Hydr.
4°
36.

Ho A. Hydr.

362

Eisen

Xerokopieren aus konservato-
rischen Gründen nicht erlaubt
Nur Im Lesesaal benützbar

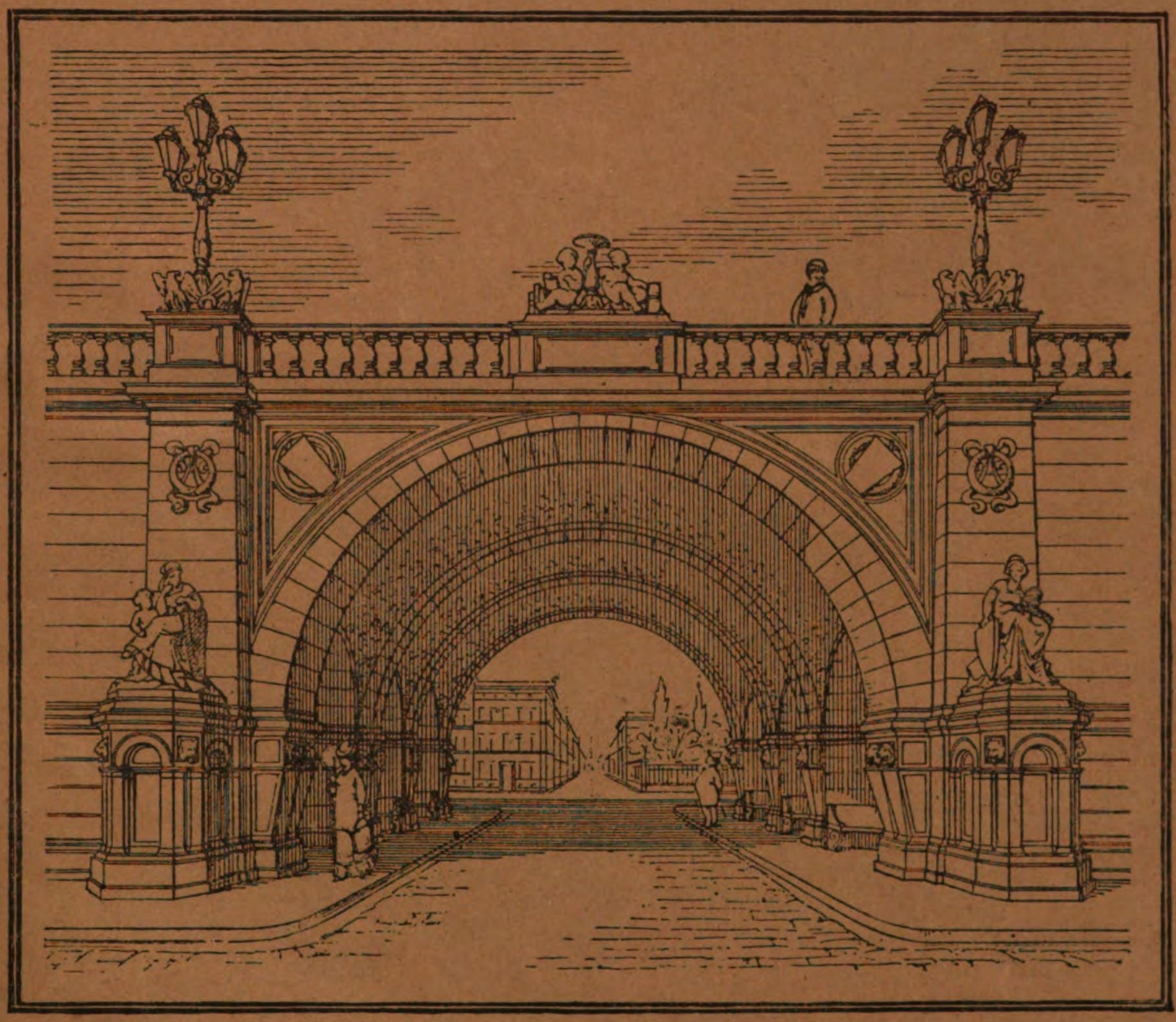
<36635278160013

<36635278160013

Bayer. Staatsbibliothek S

Eisen, Holz und Stein

im Brückenbau.



Leipzig.

G. Knapp, Verlagsbuchhandlung.

1878.

Bibl.

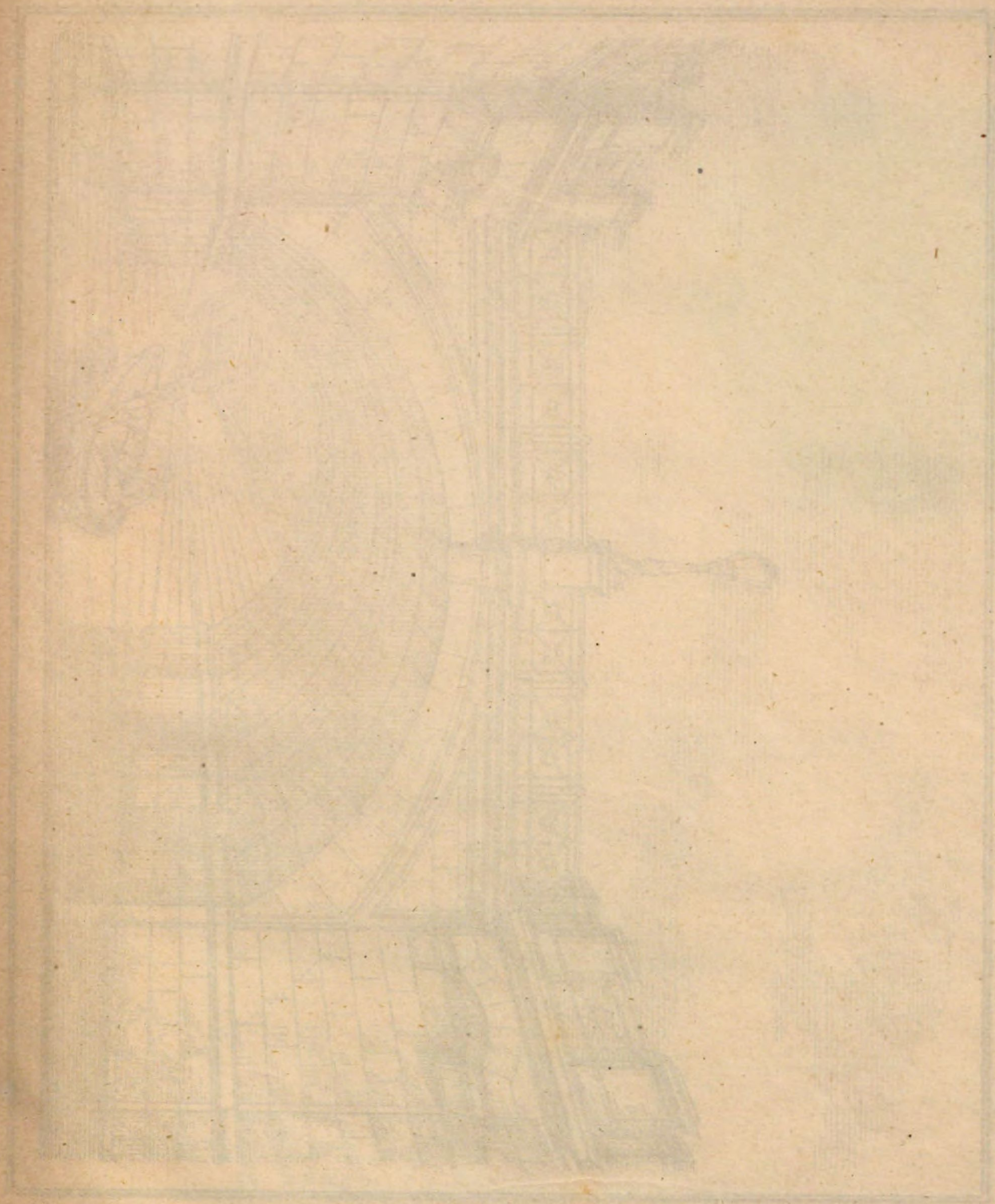
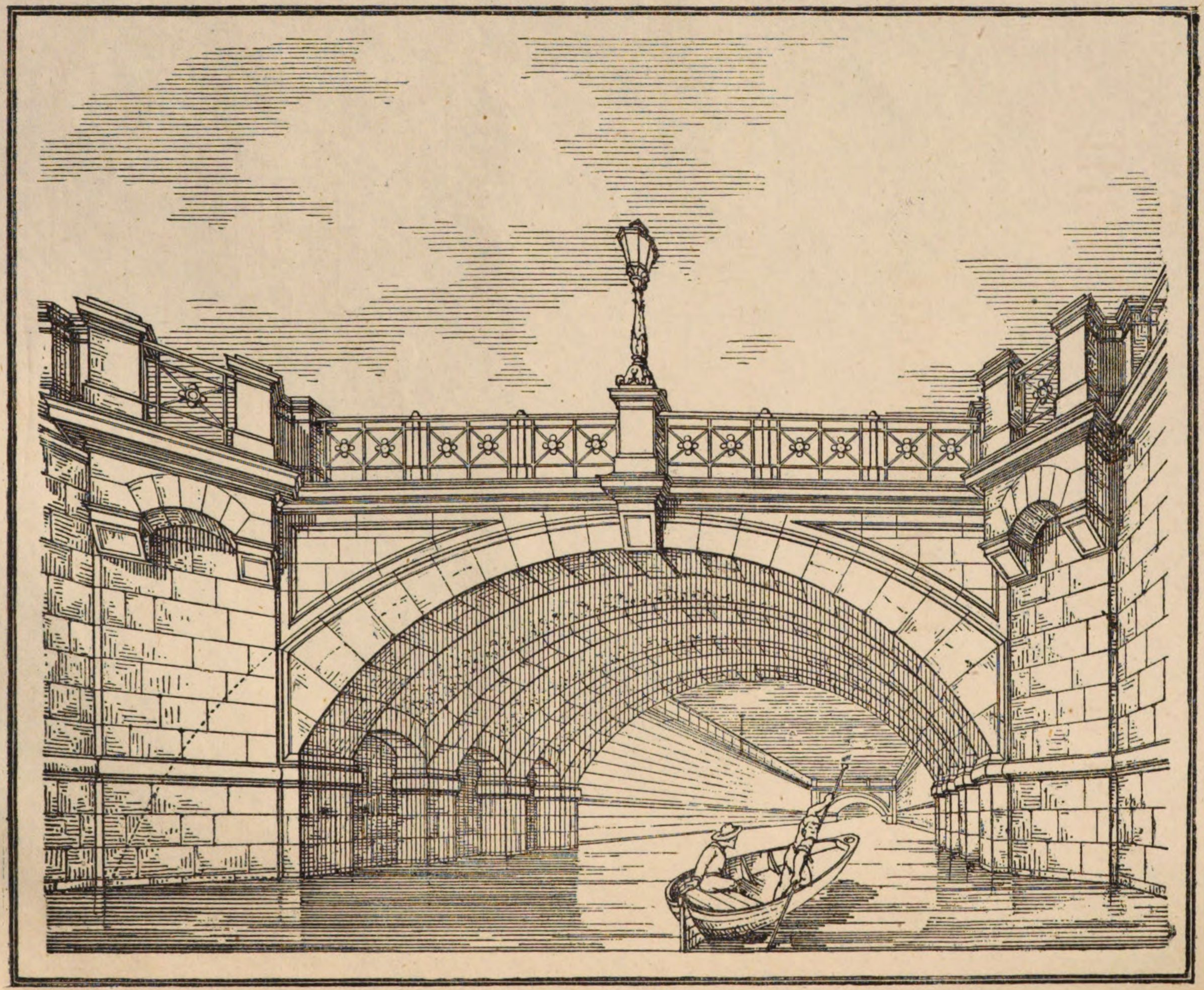


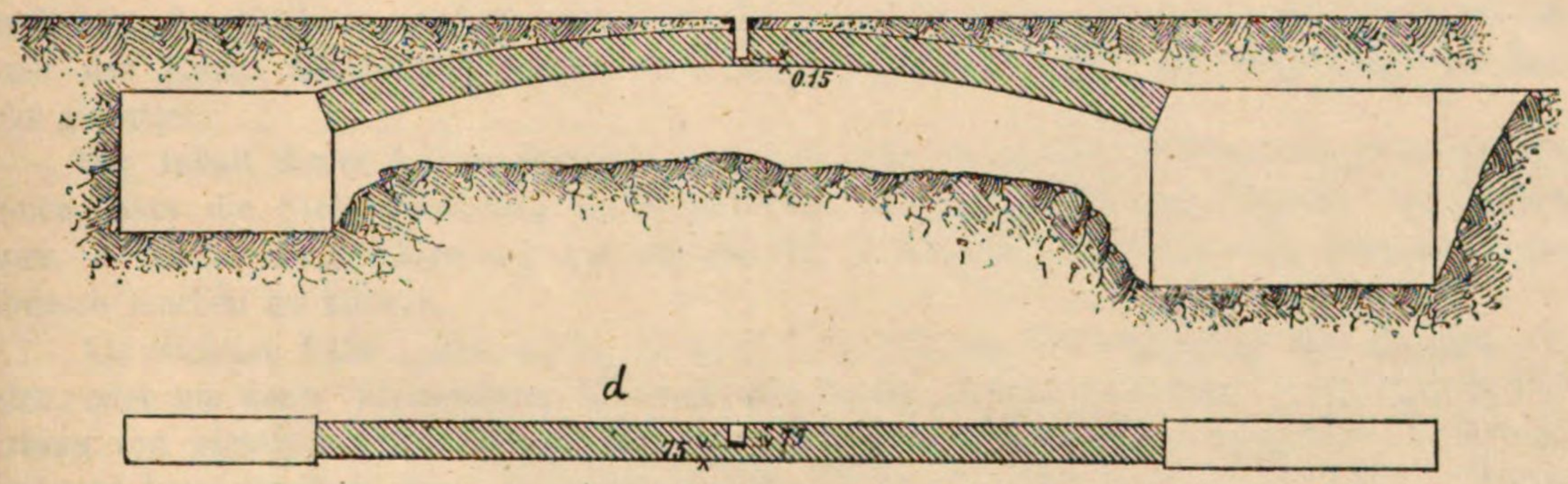
Fig. 20



Eisen, Holz und Stein

im Brückenbau

unter vielfacher Bezugnahme auf Veröffentlichungen in Fachschriften vornämlich auf Bauwerke in Deutschland auch auf österreichische und französische Bauten.



Leipzig.

G. Knapp, Verlagsbuchhandlung.

1878.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Eisen, Holz, Stein im Brückenbau

unter vielfacher Bezugnahme auf Veröffentlichungen in Fachschriften vornämlich auf Bauwerke in Deutschland auch auf österreichische und französische Bauten.

Allgemeines.

Die Brückenbauten sind die Veranlassung mehrfacher öffentlicher Besprechungen über die Bedeutung und den Werth von Eisen, Holz und Stein seit etwa einem Jahrzehend geworden.

Etwaige frühere Besprechungen, deren viele bestehen mögen, werden da öftere Anwendung des Eiesns für Brückenbau in Deutschland erst etwa aus dem Anfang der 40. Jahre stammt, sich vornämlich nur auf Holz und Stein bezogen haben, da der Werth der Baustoffe, nicht allein nach den Kosten des Neubaus, sondern auch nach der Dauer bemessen, Erfahrungssätze bezüglich der Dauer des Eisens aufzustellen vordem nicht gestattet haben dürfte, und thatsächlich bis heut' nicht gestattet.

Den Inhalt dieser frühern Erörterungen wird man im grossen Durchschnitt dahin angeben können, dass die Steinverwendung im Allgemeinen, selbst unter Berücksichtigung der grössern Dauer, so theuer zu erachten sei, um von ihr nur in besonders wichtigen und günstigen Fällen Gebrauch machen zu können.

Als wichtige Fälle galten solche, in welchen es sich um Monumentalität der Brücken entweder, oder um deren Verwerthung für besonders belebte Strassen handelte. Als eine besondere Gattung von wichtigen Fällen können diejenigen gelten, in welchen dem Verständniss der Erbauer überhaupt keinerlei Wahl übrig geblieben zu sein scheint, in denen vielmehr die einzig und allein beim Stein aufzufindenden Eigenschaften zu dessen Anwendung zwangen, gleichviel, wie hoch die Kosten sich stellten.

Diese Gattung betrifft die Brücken mit hohen Belastungen. In Verkehrswegen mit hohen Dämmen entschloss man sich von jeher, wegen der geringern Dauer des Holzes zur Anwendung des Steins ausschliesslich, auch scheint er in solchen Fällen vom Eisen nur dann, wenn Röhrenverwendung den Erbauern als ein zweckmässiges Mittel, allerdings allgemein wohl nicht mit Recht, worüber der Leser später selbst urtheilen wolle, zur Erreichung der von ihnen ins Auge gefassten Ziele erschien, Nebenbuhlerschaft erlitten zu haben.*)

---

*) H. Schmidt berechnet im Jahrgang 1876, Seite 282 der Zeitschrift des österreichischen Ing. und Arch. Vereins, dass gusseiserne Röhren bis 0,8m Durchmesser gleichwerthig dem Steinbau seien und bei noch geringern Weiten noch billiger als Steinbau zu stehen kommen. Diese Mittheilung scheint um so beachtenswerther, als der Preis für Mauerwerk von dem geehrten Berichterstatter so ausserordentlich gering angenommen ist, dass die Annahme berechtigt

In allen Fällen aber, in welchen nur eine geringe ruhende Brückenlast vorhanden, mussten selbst die als besonders belebte Wege zu bezeichnenden Eisenbahnen noch häufig, (wie dies z. B. die hannöverschen Bahnen in vielfachen Beispielen und die bei Weitem meisten Chausseen Deutschlands darthun,) Brücken mit Holzverwendung, vornämlich für den Oberbau, entstehen sehen.

Diesen Holzoberbau durch Eisen oder Stein zu ersetzen, möglichst billige und dauerhafte „Umbauten“ zu bewirken, hat manchen Brückenbauer der Jetztzeit beschäftigt und zur Veröffentlichung seiner Erfahrungen oder Ermittelungen veranlasst.

Eine Wiedergabe, der den Werth von Eisen, Holz, Stein besprechenden Veröffentlichungen wird daher zweckmässig sondern:

I. Umbauten und II. Neubauten.

Naturgemässe Eintheilungen sind auf dem Gebiet des Brückenbauwesens, weil verschiedenem Bildungsgesetz unterworfen, Brücken mit einer, und ihnen gegenüberstehend, solche mit mehr als einer Oeffnung.

Zweckmässig wird man noch Unterabtheilungen machen nach grösserer oder geringerer Weite, und eine Gränze, bei 10^m, obschon sonst durch Nichts als durch Anschluss an das Zahlensystem befürwortet, trenne willkürlich „kleinere,“ von „grösseren“ Brücken, während die Benennung „Brücke“, wenn sie alleinstehend erscheint, stets die Bedeutung nur einer Oeffnung einschliesse.

Brücke ist also ein Bauwerk, dessen Bestimmung stets die Entlastung einer Bodenfläche und Ueberführung der Last auf zwei benachbarte Bodenflächen, gewöhnlich zum Zweck der Erhaltung oder Bildung zweier sich kreuzender (Wasser oder Land) Wege ist.

In einfachster Form besteht die Brücke aus nur einem Stück, von der Grundrissgestalt der zu entlastenden Fläche und der zu belastenden Flächen, und da letztere sehr häufig einer besondern Zurichtung, Vorbereitung bedurften, um den ihnen zugeführten Druck Widerstand leisten zu können, so entstanden sehr bald 3 Theile der Brücke, davon der eine, gestützt, die beiden andern, gewöhnlich unter sich gleichen, „Stützen“ waren.

---

scheint, es könne zu diesem Betrage nur in wenigen Gegenden Mauerwerk hergestellt werden, oder aber, dass dies Mauerwerk von ganz aussergewöhnlich geringer Güte sei. — Letzteres hat, wie der Leser sich vielleicht im Folgenden überzeugen dürfte, die Annahme einiger Wahrscheinlichkeit für sich, und die Berechnung möchte sich daher wesentlich zu Gunsten des Steinbaus ändern, wenn gutes, à, cb^m vielleicht doppelt kostspieliges Gemäuer vorausgesetzt wird. Die österreichischen, in Betreff ihres Werthes so ausserordentlich verschiedenen Bauwerke, welche theils auf einer sehr hohen Stufe der Vollendung stehen, zeigen vielfach ein ausserordentlich hohes Verständniss in Betreff des Entwurfs und der Ausführung, aber es fehlt auch, insbesondere bei neueren Bauten, welche seit der Entwickelung des Eisenbahnwesens geschaffen sind, nicht an sehr zahlreichen Beispielen, welche die Kehrseite dieser annähernden Vollkommenheit sowohl in Betreff des Entwurfs, als der damit gewöhnlich Hand in Hand gehenden Ausführung zeigen dürften, und hierauf möchten Wahrnehmungen zurückzuführen sein, welche höchst betrübender Art, in österreichischen Fachschriften ausführlich zum Theil besprochen, Formveränderungen in vollendeten, und nur kurze Zeit bestehenden Bauwerken nachweisen, wie sie, — so viel bekannt — die Baugeschichte sonst nirgends erzählt.

Hiervon ganz abgesehen, dürfte jedoch die Mittheilung des geehrten Berichterstatters für alle Zwecke des Wegebaus mit Vorsicht aufzunehmen und von dem Standpunkte zu beurtheilen sein, den Aug. Köstlin in Betreff der sog.: Schlauchbauwerke zur Prüfung durch seine Fachgenossen entwickelt hat, und gelangt vielleicht durch eingehende Untersuchung die Ansicht zu gebührender Würdigung, welche lautet: „Die Länge eines Bauwerks zu vermehren, wo es möglich ist, seine Höhe und Weite zu vergrössern ist 1: kostspielig; 2: unzweckmässig,“ und wenn diese Ansicht richtig befunden wird, so bedarf es für den eigentlichen Strassenbau eines nähern Eingehens auf die Frage der etwaigen Zweckmässigkeit und Billigkeit gusseiserner Röhren nicht, sie können vielmehr, — was dahin gestellt bleibe — wohl nur noch Beachtung in solchen Fällen finden, in welchen ihre Beseitigung und Auswechselung nach einer Reihe von Jahren mit nicht zu grossen Kosten verbunden ist, da feststeht, dass Gusseisen — wohl in nicht zu geringen Abmessungen vor etwa 50 Jahren zu monumentalen Zwecken verwendet — in dieser Frist bereits derartig verrostet ist, um einen Ersatz vieler Theile des Monuments, nach genauesten sorgfältigsten Ermittelungen zuständiger Fachmänner, als unausbleibliche Nothwendigkeit erscheinen zu lassen. Vergl. Deutsche Töpfer- und Zieglerzeitung Nr. 45 was folgt:

Je nachdem nun jener aus Holz oder Stein, aus einzelnen Balken oder aus einer Steinplatte gebildet gedacht wird, ist er Ursache einer verschiedenartigen Bezeichnungsweise in der Veranschaulichung von Brückenbauwerken geworden, und Worte, wie Querschnitt, Längsschnitt, werden in entgegengesetzter Bedeutung von denen gebraucht, welche an die Entstehung der Brücke aus Holzbalken denkend, Querschnitt denjenigen Schnitt nennen, welcher die Querschnitte der Balken zeigt, während nachfolgend, Querschnitt derjenige Schnitt genannt werde, welcher indem er die entlastete Fläche, wie die belasteteten, schneidet, sowohl den gestützten Theil als die Stützen, vollständig treffen kann oder muss, und letztere, als die eigentlichen Grundfesten des Bauwerks darzustellen, nie vermeiden kann.

Diesen zur Verständigung nöthigen Vorausschickungen folgen Brücken bis etwa 10^{m} Weite, und zwar betrachtet in Betreff der:

I Umbauten.

a 1. Eisen und Holz in Vergleich gestellt.

No. 23. Jahrg. 1867. Arch. Wochenblatt enthält, unter Fortlassung des minder Wesentlichen, Folgendes:

Schmiedeeiserne Strassenbrücken mit gepflasteter oder chaussirter Fahrbahn. Von Kreisbaumeister Lange zu Gladbach. Die starke Abnutzung, welcher die mit einem eichenen Bohlenbelag versehenen Strassen-Brücken unterworfen sind, und die dadurch jährlich behufs der Unterhaltung solcher Brücken erforderlichen Ausgaben und unvermeidlichen Verkehrsstörungen, sowie das immer dringender hervortretende Bedürfniss, an Stelle des von Jahr zu Jahr seltener werdenden Eichenholzes ein anderes Material in dem Bau der kleineren, aber um so häufiger vorkommenden Strassenbrücken einzuführen, haben mir schon seit längerer Zeit Veranlassung gegeben, auf die Herstellung einer schmiedeeisernen Konstruktion für kleinere Brücken von 6 bis 20' etwa = 2 bis 7^{m} lichter

---

„Das Kriegerdenkmal auf dem Kreuzberge und seine zeitgemässe Umgestaltung. Es ist die Bebauung der Umgebung des ehemals auf der Kuppe des Kreuzbergs frei stehenden und daher weit sichtbaren Denkmals, dessen Höhe nach dem Entwurf von Schinkel 33,8^{m} beträgt, die Ursache geworden, dass die hohen Behörden die Absicht gefasst haben, dasselbe auf einen durch mächtige Treppenanlagen zu bildenden Unterbau zu stellen, und ihm dadurch die durch die benachbarten, theils sehr hohen Gebäude verloren gegangene Sichtbarkeit in weiter Ferne wiederzugeben. — Das Denkmal, bekanntlich aus Gusseisen ausgeführt, schien zufolge seiner pyramidalen Form ganz besonders befähigt zu sein, nach Art der in Amerika geübten Hebung umfangreicher Gebäude, ohne Trennung seiner Theile gehoben zu werden. Der mit dieser Umgestaltung des Kreuzbergs beauftragte Baubeamte hatte auch dieses, nächstliegende Verfahren in's Auge gefasst, musste aber bei näherer Untersuchung dasselbe aufgeben, da er nach eigenster Ansicht und nach Zuziehung von Specialisten des Eisenfaches sich von der Unmöglichkeit überzeugen musste, das in vielen Theilen durch Rost zerfressene Denkmal als Ganzes erhalten zu können.

Es ist die Zerstörung namentlich aller feineren Gliederungen eine so grosse, dass umfangreiche Erneuerungen nothwendig werden, welche das Auseinandernehmen des Baues unvermeidlich machen.

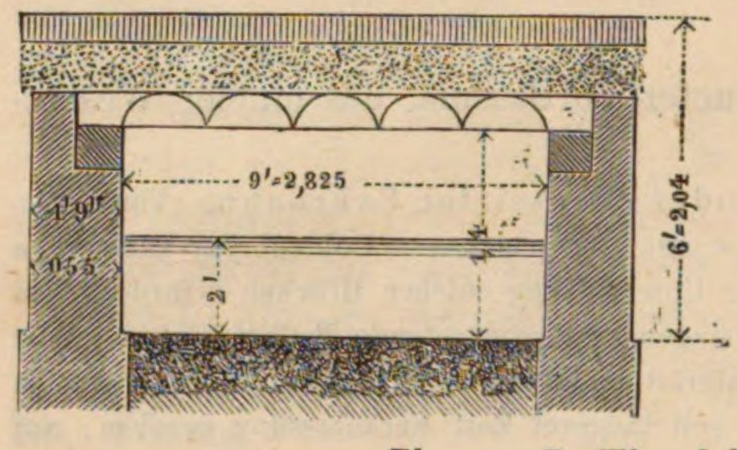
Unter diesen Umständen scheint, in Anbetracht der von Architekten vielfach gemachten Behauptung, dass dies Werk des berühmten Meisters die hohe ihm eigene Begabung zu Folge der Wahl des Eisens und des gothischen Styls nicht ausreichend erkennen lässt, die Frage eine wohl berechtigte, ob es nicht der Ausdruck grössester Pietät sein möchte, wenn das Denkmal in derjenigen Weise und in demjenigen Baustoff wieder errichtet würde, von welchem Schinkels bedeutsamstes Werk, die Bauacademie, Zeugniss gibt? Ob nicht durch eine Concurrenz der tüchtigsten Kräfte ein Denkmal zu schaffen sein würde, welches die bedeutendsten Arbeiten des jetzt hinfälligen, die Sculpturen von Rauch, Tieck und Ludwig Wichmann wirksam schützend, in einer für alle Zeiten unverwüstlichen Bauart, im heimischen Ziegelrohbau, auszuführen sein möchte?“

Die, sei der Ausdruck gestattet, künstliche Hülfe und Unterstützung, zu welcher vielleicht der Berichterstatter mitwirken könnte, ohne es zu wollen, um einen Gewerbebetrieb aufzuhelfen, welcher der Hülfe bedürftig erscheint, dürfte aber ein Missgriff in volkswirthschaftlicher Beziehung und einem übel gewählten Schutzzoll vergleichbar sein, wenn dieser Gewerbebetrieb, bei gleichem oder selbst geringeren Preise, Erzeugnisse liefert, die durch geringere Dauer die Preisgleichheit oder den zu ihren Gunsten sprechenden Preisunterschied mehr noch als aufheben. — Nur derjenige kann gleichzeitig dem Eisengewerbe und dem Volkswohl helfen, welcher das Eisen zu seinen Eigenschaften entsprechenden Zwecken zu verwenden empfiehlt, und es fehlt nicht an Personen, welche, obschon von Eisen ihr Wohl und Wehe abhängt, dessen Benutzung für viele Bauzwecke als einen Missgriff verderblichster Art bezeichnen.

Weite, wie dieselben hier in den Strassen gewöhnlich vorkommen, Bedacht zu nehmen, bei welcher eine Pflasterung oder Chaussirung der Fahrbahn ermöglicht wird.

Die bisher für solche Fälle beliebte Konstruktion, zwischen den eisernen Balken Gewölbekappen einzusetzen, hat sich, wie mehr oder minder alle Konstruktionen, zu welchen verschiedenartige Materialien verwendet werden, nicht bewährt, und ist auch für den vorliegenden Fall deshalb zu theuer, weil die eisernen Balken so stark angewendet werden müssen, dass unter keinen Umständen eine Durchbiegung derselben stattfindet, da in einem solchen Falle die Gewölbe-Kappen brechen würden, und weil ausserdem wegen des Gewölbeschubs noch eine Verankerung der Balken nothwendig ist.

So lange aber Eisen-Konstruktionen noch wesentlich theurer werden, als Holz-Konstruktionen, bleibt die Anwendung der ersteren nur auf ausserordentliche Fälle beschränkt und es handelt sich daher darum, dieselben dem blossen Bedürfniss entsprechend zu einem gleichen Preise, wie die bisher üblichen Konstruktionen, und dabei zugleich so einfach herzustellen, dass die Materialien dazu aus den Vorräthen der Hüttenwerke bezogen und die Konstruktionen ohne Weiteres von den gewöhnlichen Bauhandwerkern zusammengesetzt werden können.

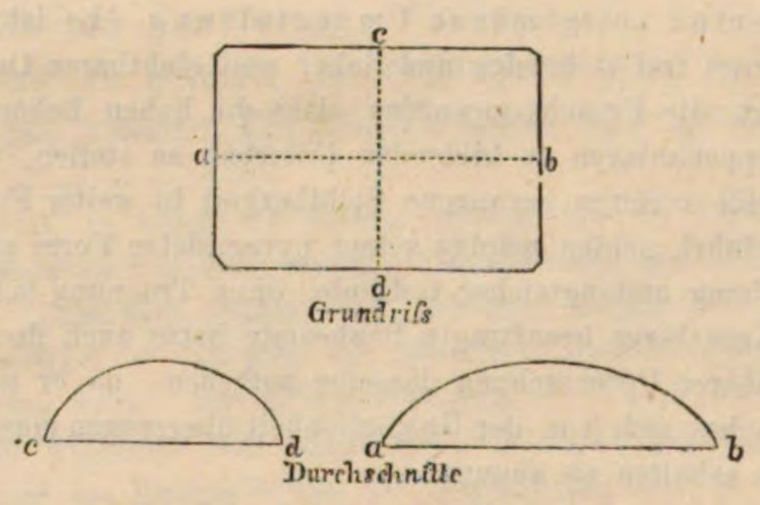


Dieser Zweck dürfte auf einfache Weise in der durch die Skizze angedeuteten Konstruktion, welche für eine Brücke über den Gladbach angewandt ist, erreicht worden sein. An Stelle der hölzernen Balken sind dergleichen **I** förmige von gewalztem Eisen und an Stelle des Holzbelages gekümpelte (muldenförmige) Bleche angewendet, welche mit einem Lehmschlage bedeckt sind und auf denen ein Kopfstein-Pflaster in gewöhnlicher Weise hergestellt ist.

Die lichte Weite der erwähnten Brücke beträgt 9' oder 2,825 m zur Ueberdeckung genügten deshalb 8" = 0,209m hohe **I** förmige Balken welche nach der Formel (für Fussmaas:)

$$\frac{Pl}{4} = k \cdot \frac{B \cdot H^3 - b\,h^3}{6\,H} \quad \text{oder} \quad \frac{P \cdot 9 \cdot 12}{4} = 10000 \cdot \frac{4 \cdot 8^3 - 3\frac{1}{2} \cdot 7^3}{6 \cdot 8}$$

= 6540 Pfd. in der Mitte mit vollkommenster Sicherheit tragen könenn und auch nach den auf der Hütte angestellten Versuchen bei einer solchen Belastung noch nicht einmal eine merkbare Durchbiegung zeigen.



Die gekümpelten d. h. nach der Form einer böhmischen Kappe gebognen Bleche haben eine Stärke von 6mm; dieselben besitzen nach den auf der Hütte angestellten Versuchen eine für die zu erwartete Belastung mehr als ausreichende Tragfähigkeit und haben auch bis jetzt, nachdem die Brücke ca. 1½ Jahre befahren wird, nicht die geringste Veränderung ihrer Form gezeigt.

Sämmtliche Eisentheile sind zum Schutze gegen den Rost dreimal sorgfältig mit Diamantfarbe gestrichen.

Die Herstellungskosten der Fahrbahn dieser Brücke berechnen sich wie folgt:

3194 Pfd. gewalztes Eisen zu 11 Stück 11' langen Balken à 40 Thlr. pro 1000 Pfd.	127	Thlr.	22	Sgr.	10 Pf.
1980 Pfd. desgl. zu pptr. 50 lfd. Fss. vernieteten Balken à 46 Thlr. pro 1000 Pfd.	91	„	2	„	5 „
324 Quadratfuss gekümpelte, 3/16 starke Bleche à 15 Sgr. pro Quadratfuss . . .	162	„	—	„	— „
Dreimaliger Anstrich sämmtlicher Eisentheile mit Diamantfarbe.	25	„	—	„	— „
Verlegen der Balken und Bleche, sowie Anfertigung des Lehmschlages	15	„	10	„	— „
2¼ Quadratruth. Kopfsteinpflaster incl. Material à 16 Thlr.	36	„	—	„	— „
zusammen	457	Thlr.	5	Sgr.	5 Pf.

Eine Holzkonstruktion würde hierorts kosten:

Für 14 Stück 13' lange Balken à 6½ Kubikfuss = 91 Kubikfuss Eichenholz à 1 Thlr. 10 Sgr.	121	Thlr.	10	Sgr.	— Pf.
468 Quadratfuss 3" starker eichener Unterbelag à 10 Sgr.	156	„	—	„	— „
338 desgl. Oberbelag à 10 Sgr.	112	„	20	„	— „
121⅓ Quadratfuss 2" starke eichene Deckbohlen für die Balken à 7 Sgr.	28	„	9	„	4 „
An Arbeitslohn, Theeren der Balken und Bohlen, für Nägel etc. pptr.	25	„	—	„	— „
zusammen	443	Thlr.	9	Sgr.	4 Pf.

Die Herstellungskosten stellen sich daher in beiden Fällen etwa gleich, bei Annahme einer Chaussirung der

Fahrbahn sogar noch billiger für die eiserne Brücke, die Unterhaltungskosten für die letztere sind aber unzweifelhaft erheblich niedriger.

Diese Erörterung ist in mehr als einer Beziehung aufmerksamer Beachtung werth. Sie lässt tief blicken in die Sachkunde, mit welcher nach den Mittheilungen des Berichterstatters a vermuthlich in der Nähe seines Wirkungskreises, derartige Brückenumbauten behandelt zu werden pflegten. — Es war üblich, eiserne Balken mit dazwischen gewölbten Kappen anzuwenden. Das bewährte sich nicht. Wenn die eisernen Balken so stark werden sollten, dass sie sich nicht durchbögen, und die Bauweise demnächst genügenden Widerstand gegen Durchbiegungen böte, so würden die Kosten zu gross werden, um Eisen verwenden zu können. Daher wird auf eine solche Widerstandsfähigkeit verzichtet. Ein sehr anerkennenswerthes Streben nach Kostenverminderung (welche jedoch nicht unter Minderung der Haltbarkeit und Sicherheit erfolgen sollte), will gleichzeitig die Einfachheit der Ausführung durch gewöhnliche Bauhandwerker. —

Die Möglichkeit dieses thatsächlich sehr erwünschte Ziel zu erreichen wurde, allerdings unter Verfolgung eines ganz andern Weges, welcher sich nur des Steins, als des bewährtesten Hilfsmittels zur Erlangung dauerhafter aber gleichzeitig tragfähiger Brücken bediente, in No. 46 derselben Zeitung durch einen andern Berichterstatter c nachgewiesen. Es kann daher hier letzterer Nachweis nur vorläufig erwähnt werden, weil zunächst nur vom Eisen und Holz die Rede ist. —

Von einem allgemeinen Gesichtspunkt aus betrachtet ist noch bemerkenswerth die Lichtweite des Bauwerks von $2{,}_{825}{}^{m}$ und die Höhe von Sohle bis Krone, welche $2{,}_{04}{}^{m}$ beträgt; es ist also eine ziemlich grosse Höhe vorhanden.

Die Prüfung der Einzelrechnungen für Eisen- und Holzoberbau enthält folgende Angaben:

1. Die eisernen Balken sind 11′ lang, die hölzernen 13′ lang angenommen; es ist aus dem mitgetheilten Querschnitt eben so wenig, als aus allgemein bekannten Erfahrungssätzen ein Grund auffindbar, weshalb die Holzbalken nicht mit 11′ eine mehr als ausreichende Länge haben sollten.
2. $2^1/_4$ □R. = 324 □F. Kopfsteinpflaster sind für den Eisenoberbau
3. 468 □F. Unterbelag und 338 □F. Oberbelag sind für Holzoberbau berechnet.

Ein Längsschnitt des Bauwerks fehlt; will man ihn ergänzen, so würde man auf die Vermuthung kommen, dass $\frac{468}{13} = 36'$ die Brückenbreite sei, und dass daher folgende Auffälligkeiten in den aufgestellten Vergleichsberechnungen sich finden.

a. Das Kopsteinpflaster für den Eisenoberbau ist nur für 9′ Länge, der Brückenbelag für den Holzoberbau ist für 13′ also fast um die Hälfte länger berechnet.
b. Abgesehen von der ungleichen Länge der eisernen und hölzernen Balken sind von letztern 14 Stück berechnet. Die besondern Gründe, welche hierfür vorliegen, entziehen sich der Erkenntniss. Nach allgemein gültigen Ansichten würden aber für einen 36′ breiten Bau höchstens 13 Balken zur Anwendung kommen.

Berücksichtigt man die sich hieraus ergebenden Einzelnheiten, so mehrt sich der Betrag für Eisenoberbau lediglich für das Pflaster um 8 Thlr.; es entsteht also rund 465 Thlr. = 1395 M.

Für die Holzbahn würde sich ergeben etwa:

13 . 11 à $5^1/_2$	= 91	□C′	à 1 Thlr.	10 Sgr.	= r.	95	Thlr.
36 . 11	= 396	□F.	à —	- 10 -	=	132	-
26 . 11	= 286	□F.		desgl.	= r.	95	-
123 . $^2/_3$	= 96	□F.	à	7 -	= r.	23	-
Arbeitslohn entsprechend					r.	20	-
					Sa.	365	Thlr. = 1095 Mk.

Mag die hier aufgestellte Berechnung nicht genau sein; jedenfalls dürfte sie, wenn über-

haupt nach Untersuchung der später anzuführenden Mittheilungen noch einer Prüfung werth, vom Leser zutreffender, als das von dem Urheber a mitgetheilte Rechnungsergebniss befunden werden.

Ueber den Schlusssatz der betreffenden Mittheilung, dass die Unterhaltungskosten für die eiserne Brücke sich erheblich geringer stellen werden, dürfte jede lediglich dem Gebiet der Betrachtung entsprungene Anschauung, möge sie zustimmend oder widerlegend ausfallen, verfrüht zu nennen sein.

Der Verfasser a theilt also bereits 1867 selbst mit, dass Brücken mit viel schwerern Eisenbalken, als er solche anzuwenden für gut findet, nach wahrscheinlich kaum 20jähriger Dauer, weil sie sich nicht bewährt haben, nicht empfehlenswerth seien. Jeder Fachmann dürfte aber zustimmen, dass man bei Herstellung dieser Bauwerke gewiss die Erwartung einer langen Dauer hatte, und das man anscheinend wohl berechtigt war, diese lange Dauer vorauszusetzen; denn eine aus starken Eisenträgern und Mauerwerk hergestellte Fahrbahn, so möchte man noch heut fragen, weshalb sollte sie nicht dauerhaft sein können?

Weil, wenn tüchtig hergestellt, zu theuer, sucht Verfasser a das Heil in Anwendung minder tragfähiger Balken und 6 ^{mm} dicker gekümpelter Bleche.

Es ist möglich dass er recht hat dass diese Bauweise sich besser bewährt. Einige Wahrscheinlichkeitsgründe dagegen anzuführen, dürfte jedoch um so mehr dann gerechtfertigt sein, wenn Thatsachen bereits vorliegen, welche darthun, dass Brückenbauer, welche der Gegenwart und ihren Forderungen vorläufig entsprechen, der Zukunft aber mit einer, wohl nur zu verzeihlichen Kurzsichtigkeit nicht gedachten, schon die Erfahrung gemacht haben, die von ihnen hergestellten Eisenoberbauten nach 20 bis 30 Jahren wieder zu entfernen, und zwar weil der Verkehr an Lebhaftigkeit, an Schnelligkeit und Gewicht des rollenden Zeuges zugenommen und die s. Z. auf Verwendung von Gusseisen gesetzten Hoffnungen sich nicht ausreichend erfüllt haben.

Wer möchte, wenn schon dieses Beispiel von Eisenbahnen entnommen ist, nicht der Thatsache gegenüber, dass der Verfasser obigen Berichtes seine Hülfe in der Verringerung der Tragfähigkeit sucht, sich vergegenwärtigen, dass jetzt häufig auf Chausseen und Strassen sehr viel stärkere Lasten, als ehemals vorzukommen pflegten, bewegt werden müssen, dass, mit der Zunahme der Wege und Strassenverbesserung eine Zunahme des Gewichts rollenden Zeuges Hand in Hand geht, und dass daher, wenn grundsätzlich die Brücken auf ein geringstes Maas augenblicklichen Genügens eingerichtet werden, der Zeitpunkt möglicher Weise nicht fern ist, in welchem die Verkehrsforderungen ihren Umbau bedingen. Jedenfalls wird das bei einer ganz allgemeinen Werthschätzung verschiedener Bauweisen mit in Betracht gezogen werden müssen, ob die eine derselben, Erscheinungen baldiger Hinfälligkeit aus Schwäche, ihrer Geburt schon anhaftend, wenn auch nur in Einzelfällen bewiesen, und ob eine andere Bauweise solche Erscheinungen nie und unter keinen Umständen gezeigt hat.

Zu diesem einen Grunde, welcher einige Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass des Verfassers a Hoffnungen wegen der geringen Unterhaltungskosten vielleicht auf minder sichere Erfüllung rechnen können, als er annimmt, tritt wohl noch ein zweiter, und er knüpft sich an die Frage: „Wie lange Dauer gewähren die 6 ^{mm} starken Buckelplatten?“

Wenn auch der Anstrich mit Diamantfarbe behülflich sein mag, ihre Dauer zu vermehren; von einer durch den nächstfolgenden Bericht b vorausgesetzten Dauer der Buckelplatten werden sie wohl ebenso entfernt bleiben, wie die Rechnungen des Urhebers dieses Vergleichs von Holz- und Eisenoberbau von der Grundlage zutreffender Voraussetzungen fern geblieben sein dürften.

Ein dritter Grund, welcher nicht nur gegen eine lange Dauer der Buckelplatten, sondern namentlich gegen leicht construirte Eisenbrücken überhaupt durch einen offenbar von Bewunderung der Leistungen des Eisens im Brückenbau erfüllten Verehrer desselben auf Seite 282 Jahrg. 1876

der Zeitschrift des österr. Ing. u. Arch.-Vereines nach Betrachtung und Vergleichung vieler bedeutender Brücken jenseits und diesseits des Oceans angeführt wird, lautet mit des Berichterstatters E. Pontzen eigenen Worten: „Die Vibrationen im Eisen werden bei leichtern Brücken stärker, und wenn man auch noch keine sichern Anhaltspunkte zur Bestimmung des nachtheiligen Einflusses dieser Vibrationen auf die Festigkeit und schliesslich die Dauer der Eisenconstructionen hat, so kann das nicht mehr bezweifelt werden, dass dieser Einfluss besteht, und dass mit der Zeit die eisernen Brücken bei gleicher Anspruchnahme geringere Sicherheit bieten werden, als bei ihrer Vollendung.

Diese Aeusserung eines bewundernden Verehrers von Bauwerken, welche, wie der Leser möglicher Weise später finden wird, in mehren Richtungen, die ihnen gezollte Bewunderung nicht verdienen dürften, sind im höchsten Grade bemerkenswerth, einmal, weil sie anerkennen, was wohl noch nie in dieser unzweideutigen Weise ausgesprochen ist: „Dass eine von Eisen erbaute Brücke mit dem Augenblicke ihrer Vollendung die höchste Stufe, und demnächst eine sofort mehr und mehr tiefer liegende Stufe der Sicherheit bietet, welche, verglichen mit dem, was Erfahrung bereits gelehrt hat, in vielleicht viel kürzerer, als der bisher vorausgesetzten Zeit, zur Stufe der fehlenden Sicherheit herabsinkt. — Nicht also ist es sondern bis zu einer vielleicht nach Jahrhunderten zählenden Frist, gerade umgekehrt ist es bei vielen Steinbauten, und zwar bei allen denen, welche bei sonst gutem Entwurf und angemessener Ausführung, mit Mörteln von sogenannten unselbständigen Bindemitteln errichtet, vom Augenblick der Vollendung an, bei sonst guter Unterhaltung (die bekanntlich viel weniger schwierig und kostspielig als bei Eisenbrücken ist) durch nachweislich drei und mehr Jahrhunderte hindurch, an Sicherheit zunehmen; welche also in einem Zeitraum, in welchem Eisenbauten schon einer vielfachen Erneuerung bedürftig geworden, und wie die Erfahrung bereits öfter, wenn nicht meistentheils bestätigt hat, mit Opfern von Menschenleben und sonstigen oft bedeutenden Opfern den Zeitpunkt der Erneuerung als eine Lage äusserster Noth und Bedrängniss herbeigeführt haben, noch immer an der von Anfang an schon ungleich grösseren Sicherheit, als oft in einem Eisenbauwerke vorhanden, zunehmen, um sie demnächst durch mehr denn tausend Jahre (wie die ältesten Steinbrücken beweisen) ungemindert zu bewahren.

Bekannt ist, wie die Eisenbrücken einer gewissen Gattung, von welcher namentlich auch die von hoher Einsicht begabten französischen Fachmänner, bei ihrem ersten Erscheinen, umfassenden Gebrauch gemacht, nach nicht gar zu langer Frist durch den Einsturz einer derselben nach wenigen Jahren des Bestehens, nach diesem Vorfall auf grossen und weiten Gebieten durch Gesetz als unzulässig erklärt, eine andere Gattung, für welche ein Theil als hervorragend erachteter Fachmänner das Ansehen ihrer Meinung in die Wagschale warfen, zugelassen ist, und eben diejenige Gattung, welche hier und von diesen Fachleuten als die zuverlässigste erachtet wird, wird von anderen, ebenfalls gleichen oder grössern Rufs sich erfreuenden Fachleuten, als mit mancherlei Mängeln behaftet bezeichnet. Dem Streit um die Meinungen mag ein geringes Gewicht, hier wenigstens, um deshalb beigelegt werden, weil er bislang unentschieden ist. Den Thatsachen aber ist Rechnung zu tragen. — Erstens der Thatsache, dass die einsichtigen französischen Nachbarn sich ganz bedeutend dem Bau steinerner Brücken wieder zugewendet, und ihrer viele, mit verhältnissmässig so geringen Kosten, von so grosser Weite und mit einer so grosser Widerstandsfähigkeit gebaut haben, dass sie der grossen Weite und geringen Kosten halber das Staunen aller einsichtigen Fachmänner fremder Völker, welche dieselben gesehen, wach rufen, welchem sie in verschiedenen Zeitschriften seit einer Reihe von Jahren Ausdruck gegeben. Darüber aber, dass eben diese Steinbrücken schon im Augenblick der Vollendung eine Sicherheit bieten, von welcher unter allen Eisenbrücken gleich viel welcher Gattung, auch wohl

nicht eine einzige annähernd gleiche Sicherheit bietet, mag der Leser sich selbst aus dem Nachfolgenden sein Urtheil bilden, so wie ihm gleichfalls die über allen Zweifel erhabenen, und schon vor Jahren in deutschen, französischen u. s. w. Fachblättern mitgetheilten Angaben zur Prüfung unterbreitet werden, aus welchen hervorgeht, dass die grösseste Sicherheit dieser Steinbrücken nicht im Augenblick der Vollendung vorhanden ist, sondern jedenfalls z. B. im speciellen Fall nach 2 Jahren eine nachweislich noch erheblich grössere, und dann wahrscheinlich noch fortlaufend wachsende ist. Ferner aber bezeugen die Thatsachen, — mitgetheilt z. B. in der deutschen Bauzeitung, dass während die eine Klasse von Fachmännern für diese Gattung, die andere für jene Gattung von Eisenbrücken besonders voreingenommen ist, jene die mit festen Nietverbindungen, diese solche mit Bolzenverbindungen als diejenige hinzustellen sich bemüht, welche die grösseste Zuverlässigkeit bewährt, und die Fachmänner eines Theiles von Europa etwa von den Eisenbrücken mit festen Nietverbindungen, die Fachmänner von Amerika etwa von denen mit Bolzenverbindungen die Behauptung aufstellen, dass noch nie ein einziges Beispiel eines Einsturzes einer derartigen Brücke vorgekommen sei — das Gegentheil aller dieser Wortkämpfe. Denn während der kurzen Zeit des Bestehens eiserner Brücken zählte schon vor längerer Frist unter namentlicher Anführung der Unglücksstätten eine Fachschrift 6 Fälle des Einsturzes grösserer Eisenbrücken auf, und erweiterte dies Verzeichniss kürzlich durch andere (nicht speciell benannte) aber der Gattung nach gekennzeichnete Fälle, aus welchen hervorgeht, dass keine der bis jetzt angewendeten Gattungen der Eisenbrücken ohne das Beispiel baldigen Einsturzes geblieben ist. — In diesem Verzeichniss fehlen diejenigen, meist weitern Kreisen nicht bekanntgewordenen Eisenbrücken, welche vorsichtige Verwaltungen schon zu beseitigen sich gezwungen sahen, weil sie nach etwa 20jährigem Bestehen, den Anforderungen der Sicherheit nicht mehr entsprechen.

Ganz besonders bemerkenswerth aber erscheint der Schlusssatz des Berichterstatters E. Pontzen demjenigen, der 1853 den grossen Deutschen A. von Humboldt die Worte des bekannten englischen Sachverständigen, welcher die erste grosse Brücke, mit Eisenoberbau, die Britaniabrücke errichtete, wiederholen hörte. Dieser bezeichnete nicht nur den Rost als urgeborenen, vergeblich bekämpften Feind der Sicherheit eiserner Brücken, sondern lenkte vor Allem — und wahrscheinlich als der Erste — auf die krystallinischen Veränderungen, welche im Eisen durch häufig wiederkehrende Stösse erzeugt, dessen Tragfähigkeit in der Zeit nach unbekannter Weise, aber jedenfalls erheblich mindern, die Aufmerksamkeit des Weltbürgers A. von Humboldt.

Kann hiernach das sichtliche Bestreben, Eisenbrücken so leicht als möglich zu errichten, wenn sie nur dem augenblicklich zu stellenden Anspruch an eine mässige Sicherheit genügen, wohl Billigung finden?

Es folge ein anderer Vergleich:

b No. 56 der d. Bauzeitung 1877 berichtet:

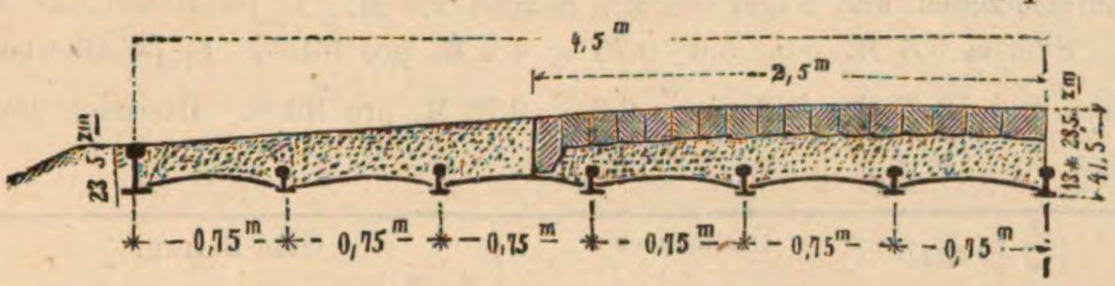
Verwendung von Eisenbahnschienen zu Chaussee-Brücken. In den ehemaligen Staatsstrassen der Provinz Preussen findet man vielfach massive Durchlässe und kleinere Brücken mit hölzernem Ueberbau, bestehend aus einfachen Streckbalken mit doppeltem Bohlenbelag. Erfahrungsmässig beträgt bei Verwendung guten Kiefernholzes die Dauer des Oberbelags durchschnittlich 7 Jahre, die des Unterbelages 14 und die der Balken 30 Jahre.

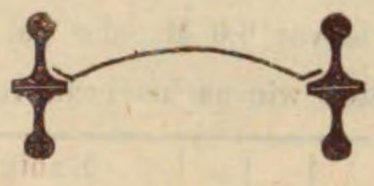
Die noch immer im Steigen begriffene Höhe der Holzpreise drängt dahin, bei Reparaturen ein weniger vergängliches Material zu verwenden, und auf eine allmählige Umwandlung jener Bauwerke Bedacht zu nehmen. Ueberwölbung ist wegen mangelnder Höhe häufig unausführbar, in den meisten Fällen müsste auch eine Verstärkung der Seitenmauern vorgenommen werden, welche beinahe einem völligen Neubau gleich kommen würde. Dagegen möchte die Anwendung alter Eisenbahnschienen, die überall leicht und billig zu haben sind, besonders zweckmässig erscheinen.

Die Konstruktion eines solchen, aus Eisenbahnschienen herzustellenden Ueberbaues könnte etwa nach der beigefügten Skizze erfolgen:

und es ergiebt sich die grösste Belastung von 1 Schiene dabei wie folgt:

Eisengewicht der Schiene . . . . . 36k pr. lfd.m
Buckelplatten . . . . 48k pr. □m
Sandbettung 0,22 . 1800 = 396 „
Steinbahn 0,15 . 2000 = 300 „
Verkehrsbelastung . . 400 „
Summa 1144k pr. □m
1144 . 0,75 = 858k „
Belastung p = 894k pr. lfd.m





Die 13zm hohe Schiene hat ein Widerstandsmoment W = 140k pro □zm. Für den Festigkeitskoeffizienten von 750k findet man die zulässige Trägerlänge l = 3,07m; es können also Durchlässe bis zu 3m lichter Weite mit einfachen Schienen überspannt werden.

Für einen Träger nach vorstehender Skizze ist W = 420, p = 930k und es wird hiernach $l\,max.$ = 5,2m; diese Träger sind somit bei Oeffnungen von 4 und 5m ausreichend.

Die 23,5zm hohe Hartwich-Schiene hat ein Widerstandsmoment von 373,4k, daher ist das Trägheitsmoment, bezogen auf die Schwerpunktsaxe (unter der Annahme, dass dieselbe in der halben Höhe liegt) = 373,4 . 11,75 = 4387,5 und das auf die Unterkante des Schienenfusses bezogene Trägheits-Moment (bei einem Querschnitt der Schiene von 56,4□zm) = 4387,5 + 56,4 . 11.75² = 12176,3; hiernach das Widerstandsmoment von 2 zusammengenieteten Hartwich-Schienen = $2\frac{12176,3}{23,5}$ = 1036.

Ein solcher Träger wiegt 2 . 41,5 = ... 83k pr. lfd.m
dazu Sandbettung 0,32 . 1800 = 576k pr. □m
Buckelplatten etc. wie oben . , 748k „
1324k pr. □m oder 993k pr. lfd.m
Belastung p = 1076k pr. lfd.m

und demnach $l\,max.$ = 7,6. Die Schienen sind 7,53m lang und können daher für 7m lichte Weite benutzt werden.

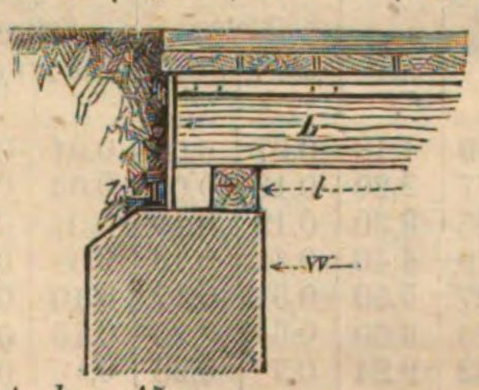
Für eine Oeffnung von 6m erscheint hiernach schon ein Träger ausreichend, welcher aus einer 13zm und einer 23,5zm hohen Schiene zusammengesetzt ist.

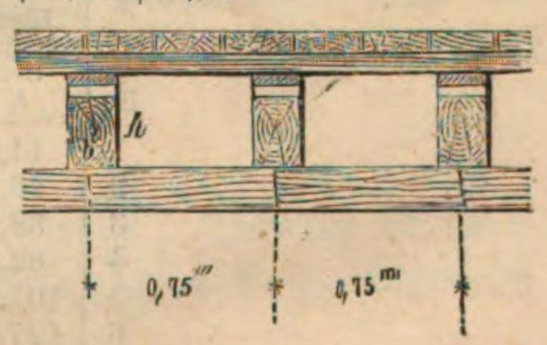
In der nachstehenden Tabelle sind die auf 1 Träger entfallenden Kosten des Ueberbaues, u. z. für Oeffnungen von 1—7m berechnet. Sandbettung kommt bei 1—6m Weite pro lfd.m 0,22 . 0,75 = 0,165 kbm à 3 M. = 0,5 M., bei 7m Weite dagegen 0,32 . 0,75 = 0,24 kbm à 3 M. = 0,72 M.; Steinbahn bei 5m Breite und 12 Feldern zwischen den Schienen $\frac{0,15 \cdot 5}{12}$ = 0,06 kbm à 10 M. = 0,6 M. Die Länge der Schienen ist = 1 + 0,3m.

Lichte Weite m	Gewicht des Trägers Z	Preis pro Z M.	Kosten der Eisentheile. Träger	für Platten	Montiren.	in Sa. M.	Kosten der Fahrbahn Sand M.	Steine M.	in Sa. M.
1,0	0,94	8,0	7,52	6,12	1,25	14,89	0,50	0,60	1,10
2,0	1,66	8,0	13,28	12,24	1,25	26,77	1,00	1,20	2,20
3,0	2.38	8,0	19,04	18,36	1,25	38,65	1,50	1,80	3,30
4,0	6,19	9,0	55,71	24,48	2,00	82,19	2,00	2,40	4,40
5,0	7,63	9,0	68,67	30,60	2,00	101,27	2,50	3,00	5,50
6,0	9,77	9,0	87,93	36,72	3,00	127,65	3,00	3,60	6,60
7,0	12,12	9,0	109,08	42,84	4,00	155,92	5,04	4,20	9,24

Um die Kosten von Holzüberbau zu berechnen, sind die Abmessungen der einzelnen Theile zu bestimmen. Es sei w die lichte Weite der Brücke, $l = w + 0,2$ die freitragende Länge, b die Breite und h die Höhe der Balken.

Das Eisengewicht von 1 Balken nebst Belag ist anzunehmen zu (0,06 + 0,14) 600 = 120k pro lfd.m; dazu Verkehrsbelastung 300k, also p = 420k pro lfd.m; Für w = 1 bis 6m sei der Festigkeitskoeffizient k = 60; für w = 7m, da hier ein verzahnter Träger nöthig ist, k = 45.





Die hiernach sich ergebenden Abmessungen der Hölzer sind in der weiter unten folgenden Tabelle zusammen gestellt, zu der zu bemerken ist, dass die Balkenstärken für $w = 1$ und 2^m etwas grösser angenommen sind, als die Rechnung ergiebt, weil vorausgesetzt werden kann, dass der grösseren Dauerhaftigkeit wegen in Wirklichkeit Hölzer dieser Dimensionen gewählt werden würden.

Die Länge L der Balken ist $= w + 2 \cdot 0{,}35^m$, die Breite der Deckbohlen $= b + 7^{zm}$, die Stirnbohlenhöhe $= h + 24^{zm}$. Die der Kostenberechnung zu Grunde gelegten Preise sind ermittelt wie folgt: 1 kb^m Kiefernholz zu Balken nnd Mauerlatten 33—34 M., dazu Arbeitslohn 10 M., in Summa 43—54 M. $1 \square^m$ Stirnbohle und Deckbohle, 4^{zm} stark 2,0 M., dazu Arbeitslohn, Luftklötzchen und Nägel 0,8 M., Summa 2,8 M. $1 \square^m$ Unterbelag, 8^{zm} stark 4,0 M., Arbeitslohn und Nägel 1,6 M., Summa 5,6 M. oder $5{,}6 \cdot 0{,}75 = 4{,}2$ M. pro lfd.^{m}. $1 \square^m$ Oberbelag, 10^{zm} stark wie vor 6,6 M. oder bei 5^m Breite und 12 Balkenfeldern $\frac{5}{12}\, 6{,}6 = 2{,}75$ M. pro lfd.^{m}. Hiernach ergeben sich die Kosten wie nachstehend verzeichnet.

w	b	h	Kubikinhalt			Preis p. kb^m	Geld-Betrag	Quadratmeter			Geld-Betrag.			
			Balken	Mauerlatte	Sa.			Stirnbohlen	Deckbohlen	Sa.	Stirn u. Deckbohlen	Unterbelag	Sa.	Oberbelag
m	zm	zm				M.	M.				M.	M.	M.	M.
1	13	18	0,04	0,04	0,08	43	3,44	0,63	0,34	0,97	2,72	7,14	9,86	4,60
2	13	18	0,06	0,02	0,08	44	3,52	0,63	0,54	1,17	3,28	11,34	14,62	7,43
3	15	19	0,11	0,01	0,12	45	5,40	0,65	0,81	1,46	4,09	15,54	19,63	10,18
4	18	23	0,19	0,01	0,20	46	9,20	0,71	1,18	1,89	5,29	19,74	25,03	12,93
5	20	27	0,31	0,01	0,32	47	15,04	0,77	1,54	2,31	6,47	23,94	30,41	15,68
6	23	30	0,46	0,01	0,47	48	22,56	0,81	2,01	2,82	7,90	28,14	36,04	18,43
7	18	47	0,65	0,01	0,66	54	35,64	1,07	1,93	3,00	8,40	32,34	40,74	21,18

Zur Vergleichung des Werthes der Holz- und Eisenkonstruktion sind die Unterhaltungs- und Erneuerungskosten zu kapitalisiren und den Neubaukosten zuzuschlagen.

Die jährlichen Reparaturkosten der Holzbauten sind zu veranschlagen mit 2% der Anlagekosten. Zur Erneuerung eines Brückentheils nach n Jahren seien pro Jahr gleiche Beiträge a anzulegen, die nach bekanntem Verfahren der Zinses-Zinsrechnung bestimmt werden. Oberbelag, Unterbelag mit Stirn- und Deckbohlen der Holzbrücke sind nach 7 bezw. 14 und 30 Jahren zu erneuern.

Ueber die Dauer der Eisenkonstruktion geben die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen keinen Anhalt, jedoch wird man hier mindestens die 3fache Dauer des Holzes, also 90 Jahre für die Träger voraussetzen können. Die Steinbahn ist nach Verlauf von 9 Jahren zu erneuern und überdies mit 3% der Anlagekosten zu unterhalten.

Hiernach ergeben sich also die Werthe beider Konstruktionen aus folgender Zusammenstellung:

A. Werth der Holzkonstruktion in Mark.

Lichte Weite	Neubaukosten				Unterhaltung pro Jahr	Erneuerungskosten pro Jahr			Sa. Unterhaltung und Erneuerung		Werth eines Trägers	
	Oberbelag O	Unterbelag U	Balken B	in Sa. S		Oberbelag 0,11 O	Unterbelag 0,05 U	Balken 0,02 B	pro Jahr	kapitalisirt K	im Ganzen $S+K$	pro lfd. m der lichten Weite
1	4,68	9,86	3,44	17,98	0,36	0,51	0,49	0,07	7,03	35,75	53,73	53,73
2	7,43	14,62	3,52	25,57	0,51	0,82	0,73	0,07	6,82	53,25	78,82	39,41
3	10,18	19,63	5,40	35,21	0,70	1,12	0,98	0,11	5,76	72,75	107,96	35,98
4	12,93	25,03	9,20	47,16	0,94	1,42	1,25	0,18	4,79	94,75	141,91	35,48
5	15,68	30,41	15,04	61,13	1,22	1,72	1,52	0,30	3,91	119,00	180,13	36,03
6	18,43	36,04	22,56	77,03	1,54	2,03	1,80	0,45	2,13	145,50	222,53	37,09
7	21,18	40,74	35,64	97,56	1,95	2,33	2,04	0,71	1,43	175,75	273,31	39,04

B. Werth der Eisenkonstruktion in Mark.

Lichte Weite	Neubaukosten		Unterhaltungskosten		Erneuerungskosten		Sa. Unterhaltung und Erneuerung		Werth eines Trägers	
	Eisenkonstruktion E	Fahrbahn F	0,005 E	0,03 F	0,091 E	0,08 F	pro Jahr	kapitalisirt	im Ganzen	pr. lf. m d. l. W.
1	14,89	1,10	0,07	0,03	0,01	0,09	0,20	5,00	20,99	20,99
2	26,77	2,20	0,13	0,07	0,03	0,18	0,41	10,25	39,22	19,61
3	38,65	3,30	0,19	0,10	0,04	0,26	0,59	14,75	56,70	18,90
4	82,19	4,40	0,41	0,13	0,08	0,35	0,97	24,25	110,84	27,71
5	101,27	5,50	0,51	0,17	0,10	0,44	1,22	30,50	137,27	27,45
6	127,65	6,60	0,64	0,20	0,13	0,53	1,50	37,50	171,75	28,63
7	155,92	9,24	0,78	0,28	0,16	0,74	1,96	49,00	214,16	30,59

C. Vergleichung der Resultate von A und B.

Lichte Weite in Metern	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Werth des Holzüberbaues in M. für 1 m Träger	54	39	36	35	36	37	39
„ „ eisernen Ueberbaues 1 m Träger	21	20	19	28	27	29	31

Es ist hieraus ersichtlich, dass die in Vorschlag gebrachte Konstruktion bis zu 7m in allen Fällen, namentlich aber für kleinere Spannweiten erheblich billiger zu stehen kommt als Holzüberbau.

Der Inhalt dieser, mit so eingehenden Berechnungen vorgetragenen und durch solche grösstentheils belegten Meinungen, ist einer Theilung fähig. Das Ergebniss derselben würde sein:

1. Eisenoberbau, weil dauerhafter als Holzoberbau wird für 1—7m Weite, unter Berücksichtigung der Neubau- und Unterhaltungskosten billiger, und, wenn schon nicht unmittelbar ausgesprochen, so scheint es doch die Ansicht des Verfassers zu sein;

2. Steinbau verdient bei genügender Höhe, grössester Dauer wegen, den Vorzug, jedoch würde er selbst bei genügender Höhe,

3. bei Umbauten annähernd Neubaukosten verursachen, wegen meist nothwendiger Verstärkung der Seitenmauern.

Zu diesen Ergebnissen würde allgemein zuvörderst auf den Unterschied in der Auffassung von a und b in sofern aufmerksam zu machen sein, als a den Steinbau überhaupt nicht in Betracht zieht, und selbst bei einer ziemlich grossen Höhe der Brücke, seine Anwendung einer Ueberlegung nicht werth hält. Diese Meinungsverschiedenheit ist wesentlich, namentlich insofern als nachgewiesen wurde, dass a zwar äusserlich als Zweck seines Strebens und seiner Bemühungen die Erzielung grösserer Dauer hingestellt, jedoch thatsächlich zur Erlangung eines dauerhaften Bauwerkes nur die bekannlen, gewiss wenig geeignet zu erachtenden Schritte thut.

Die hier angestellte und mit grosser Genauigkeit für Eisen- und Holz durchgeführte Vergleichung enthält folgendes Beachtenswerthe.

a. Eisenoberbau.

„Es betragen die Kosten für

	1	2	3	4	5	6	7m
Mk. für neue Träger =	7,52	13,28	19,04	54,71	68,67	87,03	109,08
„ „ neuen Oberbau =	14,89	26,77	38,65	82,19	101,27	127,65	155,92.“

Bildet man von letzterer Reihe in runden Zahlen die Differenzreihe

12 12 44 19 24 28

so wird die Vermuthung nahe gelegt, dass Verfasser sich geirrt hat.

Hiesse die gedachte Reihe (rund)

15 30 47 67 91 120 156,

daraus die erste Differenzreihe

15 17 20 24 29 36

so trüge sie das Gepräge der Wahrheit an der Stirn, und hätte die Vermuthung annährender Richtigkeit für sich.

Die erste Reihe ist in der andern eingeschlossen, und bedarf daher keiner besondern Betrachtung, indem ganz Aehnliches von ihr gilt. Sie ist die Ursache, jedoch wohl nicht die alleinige, wenn schon die hauptsächlichste, von denjenigen Unwahrscheinlichkeiten, deren Zeugniss die aufgestellten Rechnungen für Eisen bekunden.

b. Holzoberbau.

Ihn bildet der Verfasser durch in 75cm Entfernung gelagerte Balken, Zubehör an Luftklötzen, Deckbohlen, 8cm starken Unter-, 10cm starken Ober-Belag, und gelangt z. B. zu folgenden Neubaukosten:

für 1^{m} Weite: Ober- und Unterbelag: Mk. 14,54; Balken Mk. 3,44
„ 7^{m} „ „ „ „ „ 61,92 „ „ 35,64.

Im erstern Falle kostet:

Ober- und Unterbelag etwa das Vierfache, im zweiten Fall nicht das Zweifache der Balken.

Das dürfte der Leser nicht zutreffend, den üblichen Verhältnissen und einer wohl überlegten Bauweise im Allgemeinen entsprechend, nicht erachten. —

Wenn allerdings nicht behauptet werden soll, dass das Verhältniss zwischen den Kosten von Ober- und Unterbelag und den Kosten der Balken für verschiedene Weiten das gleiche sein soll, so wird ein Unterschied, wie der oben angegebene, sich doch nicht herausstellen dürfen.

Niemand möchte eine Brücke von 1^{m} Weite je so, wie der Verfasser annimmt, angeordnet haben, und wer es thäte, würde sich wohl ein Armuthszeugniss ausstellen.

Der Verfasser b von streng mathematischen Regeln ausgehend, und seine ausführlichen Rechnungen mit grosser Genauigkeit durchführend, kömmt zu dem Ergebniss, den Balken für geringe Weiten dennoch, aus Nützlichkeitsgründen, einen grössern, als den von ihm nach mathematischen Regeln ermittelten Querschnitt zu geben. Nichts desto weniger treten die Kosten für Balken, für das eigentliche Knochengerüst seines 1^{m} weiten Baukörpers in ein fast verschwindendes Verhältniss zu den übrigen Kosten.

Man vergleiche, dass nach seinen Annahmen Balkenhöhe 18^{cm}, und ebenso gross die Höhe von Ober- und Unterbelag zusammengenommen für den 1^{m} weiten Oberbau ist. Welch ein Verhältniss gegenüber anderen, als wohl überlegt zu erachtenden Bauten.

Die übliche Weite der Balkenfelder zu etwa 95^{cm} angenommen, ändert aber beseitigt noch nicht den etwaigen Vorwurf, welcher gegen das Sachgemässe der von ihm vorausgesetzten Bauweise erhoben werden könnte.

Die Holzbrücken Berlins, zum Theil einem Verkehr dienend, wie er stärker wohl nicht gedacht werden kann, haben 8^{cm} starken obern und untern Belag, auch der Verfasser a macht dieselbe, übliche Annahme, und ist deren Einführung in den Vergleich b natürlich von fernerem Einfluss auf die gefundenen Ergebnisse.

Unter dem Gewicht dieser Erwägungen, dürfte, da beim Eisenoberbau ein Irrthum in der Wahl der Mittel, falsches Interpoliren (nicht in Betreff der Ziffern, sondern in Betreff der dem Interpoliren zu Grunde liegenden Voraussetzungen ist dies gemeint) Statt gefunden haben mag, beim Holzoberbau eine der Wirklichkeit nicht entsprechende Bauweise, offenbar Zwecks erleichterter Vergleichung zwischen jener und dieser Baustoffe Werth zu Grunde gelegt zu sein scheint, das Feld der Vermuthungen, welches in Betreff der Dauer des Eisenoberbaues betreten ist, zu vermeiden räthlich, und die weitern über die Werthe von Eisen- und Holzoberbau aufgestellten Schlussfolgerungen dürften als nicht zutreffende zu bezeichnen sein.

Eins dürfte jedoch unbestritten sein, dass nämlich die Annahme einer Dauer der Holzbalken von 30 Jahren eine für die Bauten der Jetztzeit günstige ist, und solche wohl bei sehr vielen Brücken der Neuzeit nicht erreicht werden dürfte, daher das Streben nach einem dauerhaften Ersatz alle Anerkennung verdienen möchte.

Diesen Ersatz, in Betreff der Dauer, würde der Verfasser b finden, in der Anwendung des Steins für Oberbau, und in dieser Beziehung unterscheiden sich seine Bemühungen von denen des Vergleichs a, in welchem trotz ziemlicher Höhe, (welche als das gewöhnliche Erforderniss für Ausführung von Steinbauten dieser Gattung angesehen zu werden pflegt,) hiervon gar keine Rede ist. Jedoch wenn auch in Betreff der Dauer durch b dem Stein ein grosser Vorzug eingeräumt zu werden scheint, so ist er doch der Meinung, dass die Höhenverhältnisse der Anwendung desselben öfters ein Hinderniss böten.

Diese Meinung kann nun bis zu einem gewissen Grade durch den Hinweis auf die Bau-

werke Fig. 1, 2, 3, 11b, welche in Chausseen der Provinz Preussen ausgeführt sind, und da es sich nur um Höheverhältnisse handelt, auch durch 11a, obwohl dies eine Eisenbahnbrücke ist, widerlegt werden. Es bekundet das Bestehen dieser Bauwerke, seit 20 und 25 Jahren, dass solche, selbst unter weit ungünstigeren Höheverhältnissen ausgeführt worden sind, als diejenigen waren, welche die Anwendung des Eisenoberbaues im Vergleich a nöthig zu machen schienen.

Die fernere Meinung von b, wegen der Kosten und deren möglicher sehr bedeutender Erhöhung durch nothwendige Verstärkung der Seitenmauern für 1—7^{m} weite Brücken dürfte in letzterer Beziehung ebenfalls durch Fig. 1, 2, 3 Widerlegung finden. Bei diesen sind die Seitenmauern ohne jegliche Verstärkung zur Anwendung gelangt. Ueber die Kostenfrage folge

c. ein dritter, Stein, Eisen, Holz betreffender Vergleich, gemäss:

No. 46 der d. Bauzeitung 1867.

No. 23 d. Bl. gab eine Mittheilung über Ersetzung des hölzernen Oberbaues einer 2,825^{m} weiten Brücke in Gladbach durch einen eisernen Oberbau, bei welcher bei fast gleichstehenden Kosten beider, das Eisen dem Holze vorgezogen wurde.

Meine Privat-Korrespondenz setzt mich in den Stand, ebenfalls in Bezug auf die Verdrängung des Holzes bei Brücken, Mittheilungen über eine seit 10 Jahren durch Umwandlung ihres früheren hölzernen Oberbaues in ein Gewölbe, in der Danzig-Cösliner Chaussee bestehende, 4,5^{m} weite schiefe Brücke zu machen.

Der 10jährige Bestand dieser Brücke, deren Billigkeit, gegenüber dem stets steigenden Preise des Bauholzes und noch nicht sehr erheblich sinkenden des Eisens, und dass Faktum, das deren Erbauer trotz aller Widerwärtigkeiten erster Versuche nicht an diesem kleinen Bauwerke allein, sondern an vielen Hunderten von Quadratruthen seit Jahren ausgeführter Gewölbe die Richtigkeit der von ihm vertretenen Ansichten bewiesen hat, rechtfertigen es, wenn ich durch Mittheilung dieser unbedeutend scheinenden Sache die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auch meinerseits auf diese Behandlung der Gewölbe und deren praktische Ausführung zu lenken suche. Solche Wölbungen scheinen mir berufen zu sein, in allen Zweigen der Bautechnik, namentlich der landwirthschaftlichen, die weiteste Verbreitung zu finden, weil sie die dauerhaftesten, die billigsten und die einzig wirklich feuersicheren Konstruktionen sind, und vor Holz und Eisen bedeutende Vorzüge haben.

Das alte Mauerwerk der Landpfeiler der schiefwinkligen, halbmassiven Brücke ist bei deren Ueberwölbung unberührt geblieben, und das Gewölbe, ohne jede weitere Verstärkung desselben, dagegen resp. darauf ausgeführt.

Die in No. 23 d. Bl. beschriebene Brücke zu Gladbach kostet mit eigentlichem Eisen-Oberbau rt. 1230 M. *) Es ist daselbst auch angegeben, dass die Quadratruthe Kopfsteinpflaster zu 48 M. angefertigt werde. Unter Verwendung dieser Kopfsteine zur Herstellung eines Gewölbes würde diese Brücke die Gesammtkosten für den gewölbten Oberbau der Brücke mit 168 M. ergeben, also etwa zum siebenten oder achten Theil der Eisen- resp. Holz-Konstruktion.

Die Wichtigkeit dieses Gegenstandes für unser holzarmes Zeitalter neben der Vervollkommnung der Ziegelfabrikation durch die Ringöfen ist unverkennbar, und mag es genügen, hier den Muth der jüngeren Fachgenossen angeregt zu haben, die sich ihnen vielleicht darbietende Gelegenheit zu Versuchen auf dem angebahnten Wege nicht ungenutzt vorübergehen zu lassen.

Die Kosten werden hier, für Holz und Eisen sehr vieler grösser angegeben, als für Stein. Das Alter dieser Kundgebung und noch mehr das der Bauten, auf welche dieselbe Bezug nimmt, hätte, zumal fast in wörtlicher Uebereinstimmung der Verfasser b, wie der Verfasser c, der erstere nur 10 Jahre später, der fortwährend steigenden Holzpreise gedenkt, den Missgriffen, welche in der Wahl und Anempfehlung des Eisens für 1—7^{m} Weite vielleicht zu erweisen sind, eine Grenze setzen, sie verhindern können, und zwar um so mehr als andere, ähnlich lautende, jedoch grössere Bauten betreffende, Kundgebungen, wie die des Verfassers c vorliegen. — Eine derselben, hier insofern besonders bemerkenswerth, weil sie bei noch geringern Höhenverhältnissen für Weiten bis 10^{m} die geringern Kosten des Steinbaus, dem Eisen gegenüber darthut, in der d. Bauzeitung 1874 veröffentlicht, kann hier nur vorläufige Erwähnung um deswillen finden, weil sie eine Brücke mit mehren Oeffnungen betrifft. Es ist deshalb an a. O. auf sie zurückzukommen.

Zu Tage dürfte liegen, dass weit auseinandergehende Meinungen vorhanden sind. Der Verfasser c beweist Nichts durch Rechnungen, sondern stellt nur Behauptungen auf, und verweisst

*) Die Fussmaasse sind in Meter, und die Kosten von Thlr. in Mark umgewandelt.

auf Thatsachen; der Verfasser b sucht durch Rechnungen sehr viel zu beweisen, stützt sich aber wohl nur auf Meinungen und seine in Betreff der mathematischen Durchführung vielleicht musterhaften Aufstellungen dürften nuretwa als solche Anspruch auf Werth haben. Unter solchen Umständen scheint allein die Frage von Wichtigkeit: „Wie sind die von c gemachten Behauptungen über die geringe Kostspieligkeit des Steins zu erweisen?“

Zulässig dürfte es sein, anzunehmen, dass nach dem Vorhergehenden nirgends erwiesene und durch zutreffende Rechnungen zu beweisende Thatsachen die grössere Billigkeit des Eisens, dem Holz gegenüber für Brücken bis 10^m Weite darthun. Wohl aber ist das Gegentheil bei der Kyllbrücke 1874 thatsächlich erwiesen, und durch Richtigstellung der Angaben zu a und b ergibt sich muthmasslich dasselbe. Somit bleibt Holz nunmehr ausser Betracht, und es werde

2. Stein und Eisen in Vergleich gestellt.

Um über die Zulässigkeit der Verwendung der alten Seitenmauern ohne jede Verstärkung für die Ausführung des Steinbogens Einsicht zu gewinnen, werde Fig. 3 näher betrachtet.

Das Gewicht von Erde und Stein à cb^m ist durchschnittlich zu 2000^k berechnet. Die bewegliche Last à $\square^m$, gemäss der von b gemachten Annahme zu 400^k à $\square^m$ gesetzt, würde dieselbe einer Belastungshöhe $= 0{,}2^m$ gleich sein. — Die Gesammtbelastungshöhe $= 1{,}5^m$ also 3000^k pro $\square^m$ gesetzt, wäre eine die Wirklichkeit überschreitende Annahme. Sie werde jedoch in diesem Falle gemacht, mit Rücksicht auf die gefährdete Lage des Bauwerks am Fusse eines Hügels, von dessen Abhang die Fuhrwerke herabrollend, eine meist grössere Geschwindigkeit, als in der Ebene annehmen und daher heftigere Stösse ausüben.

Das zum Steinbogen, wie zu den Seitenmauern verwendete Gestein, Feldstein, Granit, hat nach vielfachen Untersuchungen 1000^k und mehr Druckfestigkeit pro $\square^{cm}$. — Diese Druckfestigkeit in Belastungshöhe ausgedrückt, ergiebt bei obigem Gewicht von 2000^k à $\square^m$, die Druckfestigkeitshöhe $= 5000^m$.

Für die Verwendung von Portlandcementmörtel (1 Theil P. C. auf 2—3 Theil Sand) ist 240^k—160^k pro $\square^{cm}$ Druckfestigkeit erwiesen. Siehe nachfolgende Skala.

Wenn also 12^k pro $\square^{cm}$ oder 60^m*) Druckfestigkeit der Rechnung zu Grunde gelegt werden, so ist das der thatsächlich vorhandenen Druckfestigkeit gegenüber, geringe Annahme.

Nach Hagens Formel zur Bestimmung der Innenlaibung des Bogens ergiebt sich diese für 0,1 Schlussstärke durch die Coord.:

$$\frac{x}{y} = \frac{1}{2{,}58}; \frac{2}{3{,}48}; \frac{3}{4{,}11} \ldots .$$

Das erste Coordinatenpaar ist in der Figur eingetragen. Die dieser Berechnung entsprechenden Stützflächen des Bogens, in den Seitenmauern bis zur Sohlenhöhe fortgesetzt, sind in der Zeichnung kenntlich gemacht.

Der Baugrund als gewachsener, tragfähiger Sand- und Kiesboden von allgemein bekannter

---

*) Bei allen folgenden Betrachtungen ist unter der hier gemachten Voraussetzung des Gewichts von $1cb^m$ Stein und Erde durchschnittlich à 2000^k Gewicht die Druckfestigkeit der Baustoffe anstatt in ^{k} pro $\square^{cm}$ in Höhenmetern als der zutreffendsten Bezeichnungsweise ausgedrückt; es sind also

1^k	Druckfestigkeit	pro	$\square^{cm}$	=	5^m	Druckfestigkeitshöhe	oder	kurz	=	5^m	Druckfestigkeit gesetzt.
10^k	,,	,,	,,	=	50^m	,,	,,	,,	,,	,,	,,
20^k	,,	,,	,,	=	100^m	,,	,,	,,	,,	,,	,,
30^k	,,	,,	,,	=	150^m	,,	,,	,,	,,	,,	,,
40^k	,,	,,	,,	=	200^m	,,	,,	,,	,,	,,	,,
50^k	,,	,,	,,	=	250^m	,,	,,	,,	,,	,,	,,
60^k	,,	,,	,,	=	300^m	,,	,,	,,	,,	,,	,,

da 2000^k auf $10000\square^{cm}$ eine Höhe von 1^m einnehmen.

Druckfestigkeit, die auf ihm und hinter den Seitenmauern lagernde seit 30 Jahren festgefahrene, und übrigens ebenso wie der Baugrund, in jedem Einzelfalle betreffs der Druckfestigkeit, bez. Tragfähigkeit leicht, mittelst Aufmauerung von Probepfeilern und deren Belastung zu untersuchende Chaussee geben daher mit Hülfe der in ursprünglicher Stärke verwendeten Seitenmauern, dem Bogen genügende Stütze. Während die Zeichnung in Fig. 3 und die Rechnung darthut, wie und unter welch geringem Anspruch an die Druckfestigkeit sie die ihnen zugedachten Obliegenheiten erfüllen, hätte es allerdings der 20—30jährigen Erfahrung (seit Errichtung der Bauten) gegenüber, dass sie diesen Obliegenheiten nachkommen, eines Rechnungsnachweises nicht bedurft. — Erwünscht ist er etwa aus dem Grunde, um vielfach noch bestehende, wohl irrthümliche Anschauungen, von welchen wahrscheinlich die Verfasser a und b eingenommen sein dürften, thunlichst zu beseitigen.

[Um durch Zeichnung und Rechnung, so wie die daran geknüpften so eben gemachten Bemerkungen nicht Missverständnisse hervorzurufen, anstatt solche, wo vorhanden zu beseitigen, mag noch berichtigend hinzugefügt werden, dass, wenn die Seitenmauern nicht vorhanden wären, die Stützflächen des Bogens sich in der gezeichneten Weise bis zur Sohle fortpflanzen würden; und da die Seitenmauern vorhanden sind, so folgt, dass sie mittelst ihrer Festigkeit den Druck auf eine grössere Fläche übertragen.]

Zurückkehrend zu den Aufgaben, deren Lösung b mittelst Eisenoberbau erstrebt, wolle man dort ersehen, dass die ruhende Belastung über den Schienen $= 0{,}1925^{m}$ ist; dafür werde hier bei Stein gesetzt 0,2. Das Gewicht der beweglichen Last, dort zu 400^{k} gesetzt, werde laut Baukalender pro 1877 auf $560^{k} = 0{,}28^{m}$ erhöht, so dass die Gesammtbelastungshöhe $0{,}4725^{m}$ auf $0{,}5^{m}$ abgerundet wird.

Unter Festhaltung der übrigen ad Fig. 3 durchgeführten Berechnungsart ergiebt sich für die Schlussstärke des Bogens:

$c = 0{,}1^{m}$ die Innenlaibung durch $\frac{x}{y} = \frac{0{,}2}{1{,}94}; \frac{0{,}4}{2{,}68}; \frac{0{,}6}{3{,}21}; \frac{0{,}8}{3{,}64}; \frac{1{,}0}{3{,}96}$ und für:

$c = 0{,}2^{m}$ „ „ „ $\frac{x}{y} = \overline{2{,}55}\ \overline{3{,}54}\ \overline{4{,}22}\ \overline{4{,}81}\ \overline{5{,}25}$.

Die Fig. 4 und 5 stellen die nach Maassgabe dieser Bogenlaibungen entworfenen $\frac{0{,}04^{m}}{1{,}0}$ und $\frac{0{,}39^{m}*)}{7{,}0}$ Bogenbrücken dar.

Erstere hat $0{,}34^{m}$, letztere $0{,}79^{m}$ Constructionshöhe; erstere also etwas weniger, letztere etwas mehr, nämlich $0{,}035^{m}$ mehr als der bezügliche Eisenoberbau, welcher $0{,}415^{m}$ und $0{,}755^{m}$ für beziehendlich 1 und 7^{m} Weite misst.

In Anbetracht, dass die ruhende Belastungshöhe für Stein $= 0{,}075^{m}$ höher als für Eisen angenommen, fällt die Constructionshöhe noch mehr zu Gunsten des Steins aus, und die Folgerungen, welche sich aus dem bisher Gesagten ergeben, sind:

1. Für die Beanspruchung der Baustoffe mit 60^{m} Druckfestigkeit sind für $1—7^{m}$ Weite Steinbrücken in Chausseen ausführbar, auch wenn die Höhenverhältnisse sehr geringe und weit geringere, als die durchschnittlich vorkommenden**) sind.

2. Dieselben sind ohne Verstärkung der gewöhnlichen Seitenmauern, welche nach den aus

---

*) Die gewählte Bezeichnung, Pfeilhöhe und Weite des Bogens in Bruchform anzugeben, entsprechend den Coordinaten $\frac{x}{y}$ insofern gebildet, als in diesen y die halbe Weite bedeutet, wird in Zukunft als die kürzeste wiederholt Gebrauch finden.

**) Der Nachweis für diese Behauptung wird bei den Neubauten erfolgen.

verschiedenen Gegenden Deutschlands angeführten Beispielen eine Stärke von 0,50—0,75^{m} [siehe auch 0,55^{m} im Vergleich a] haben, ausführbar.

3. Die Constructionshöhe an und für sich, kann für diese Weiten der Constructionshöhe für Eisen gleich, oder eine noch geringere sein.

Hierüber, wie über einen andern Punkt, über die geringste, noch ausführbare, beziehendlich zweckmässig zu erachtende Stärke des Bogens dürften noch, bevor zur Erörterung des zweiten wichtigen Punkts, der Werthbestimmung, nämlich geschritten wird, einige Erörterungen am Orte sein.

Ueber die geringste ausführbare Stärke eines Steinbogens vom Gebiet der Untersuchung aus, Ermittelungen anstellen zu wollen, würde geringen Werth haben. Ein wichtiger Umstand, der Einfluss von Stössen durch rollendes Zeug, könnte dabei nicht genugsam in Betracht gezogen werden. Wie völlig wirkungslos ganz gewaltige Stösse, veranlasst durch ein etwa 2800^{k} schweres Gewicht, bei 12^{cm} Fallhöhe, auf einen Steinbogen, dessen Gemäuer mit 64^{m} (also grösserer) Druckfestigkeit beansprucht wurde, blieben, wie solche Stösse, erst als ihre Fallhöhe auf 27^{cm} und endlich 37^{m} Höhe gemehrt war, eine durchaus nur vorübergehende Wirkung, ohne jede bleibende Senkung veranlassten, wird später ausführlich mitgetheilt werden. Es muss daher ausser Acht bleiben, wenn wie durch die deutsche Bauzeitung geschehen, z. B. von einem etwa 2^{cm} starken Bogen, welcher gelegentlich der im Jahrgg. 1872 No. 32 beschriebenen $\frac{1,5^{m}}{8,6}$ Brücke in Lubars, versuchsweise hergestellt, und bedeutender Belastung unterworfen wurde, Beweise seiner Leistungsfähigkeit in Betreff ruhender Lasten vorliegen.

Hingegen berechtigen 8^{cm} starke, vieljähriger Benutzung durch über sie unmittelbar hinweg rollende Fuhrwerke unterworfene Steinplatten, in Urformen von Brücken von 1^{m} und grösserer Weite, durch diese ihre lange Dauer und die Widerstandsfähigkeit, welche sie den Stössen gegenüber bewährt haben, zu der Annahme, dass bei einer Druckfestigkeit von 60^{m}, die Bögen von 8^{cm} Schluss den zu erwartenden Stössen gegenüber sich ausreichend bewähren. — Selbstredend ist, wie im weitern Verlauf sich deutlicher zeigen wird, diesen Brückenurformen keinerlei anderweite Bedeutung, als Muster oder als Beispiele angesehen zu werden, zuzuerkennen.

Anlangend ferner die geringe Constructionshöhe, so ist dieselbe ein unter Umständen ganz unvergleichlich zu benennender Vorzug. Er wird häufig als einer der mit gleichviel wie hohen Kosten unmöglich aufzuwiegenden Vortheile des Eisenoberbaues aufgeführt. In den hier untersuchten Fällen ist von diesem Vorzug durchaus keinerlei Spur zu Gunsten des Eisenoberbaus, sondern nur zu seinen Ungunsten herzuleiten. Denn wenn schon die 7^{m} weite Steinbrücke eine scheinbar um 0,035^{m}, also eine kaum bemerkbar grössere Constructionshöhe als der Eisenoberbau fordert, so wäre es doch Sünde am Geist der Sache, um welche es sich handelt, wenn an dieser Stelle unerwähnt bleiben sollte, dass wenn für Eisenoberbau der Wasserstand bis auf + 0,795^{m} über der Sohle gestiegen, und somit die Unterkante der waagerecht belegenen Eisenträger erreicht wäre, das geringste weitere Wachswasser die Brücke in die grösseste Gefahr bringen müsste. Besässe sie mit einem solchen, einzig und allein mit Rücksicht auf senkrechte Belastung erfundenen Oberbau Widerstandsfähigkeit genug, um dem Wasserdruck Widerstand zu leisten, so würde der durch den gradlinig abschliessenden Oberbau dann bewirkte Stau in dem völlig gefüllten Profil eine schnelle Hebung des Wasserspiegels, Ueberfluthung und, bei längerer Dauer, Zerstörung der Strasse nach sich ziehn.

Füllte das Wasser dagegen die Steinbrücke bis zur genannten Höhe über der Sohle, so wäre von Gefahr für sie und die Strasse noch gar keine Rede, denn noch bis + 1,14 über Sohlenhöhe könnte das Wachswasser steigen, also eine fast 1$^{1}/_{2}$ fach grössere Höhe erreichen, bevor das ganze Profil gefüllt wäre.

Das ist unter Umständen ein ganz gewaltiger Unterschied, ein Unterschied so bedeutend,

dass mit der grössesten Bestimmtheit vorauszusetzen ist, der Eisenoberbau und mit ihm die Strasse wäre längst zerstört, bevor bei der Steinbrücke an Gefährdung überhaupt zu denken ist.

Setze man einmal den Fall, dass der waagerecht abschliessende Oberbau je dasselbe Profil gewähren könnte, wie Fig. 5 [eine thatsächliche Unmöglichkeit!] so würde, wenn in der einen wie der andern Brücke die steigenden Wasser sich mehrten, der Widerstand der Steinbogen, nach vielfachen, an reissend strömenden Flüssen, an der Mosel, dem Neckar, der Saale gemachten Erfahrungen, welche je durch Verstandesgründe genügend unterstützt werden, ein fast unüberwindlicher zu nennen sein, der Steinbogen würde sich, wie eine dem Wogenandrang unbezwingliche Brustwehr erweisen. Es ist deshalb die Ausführung von Steinbogenbrücken, mit dem Bewusstsein, dass die Hochwasser die Oeffnungen bogenvoll durchströmen, von im Brückenbauwesen wohl erfahrenen Fachleuten, z. B. bei der 1836 errichteten Neckarbrücke zu Canstatt mit ihren 5 Flachbögen von $\frac{2{,}0^{m}}{20{,}0}$ und $\frac{2{,}5^{m}}{20{,}0}$ durch von Etzel, ohne alles Bedenken erfolgt, und die obenerwähnten Bauten, Fig. 1—3, können insofern als Beispiele in dieser Beziehung gelten, als sie theils ganz und Fig. 3 noch im Frühjahr 1877 nahezu gefüllt, von schnell strömendem Wasser ganz gefahrlos durcheilt wurden. Dem Eisenoberbau mit waagerechtem Abschluss würde die Widerstandsfähigkeit, welche der Steinbau in den vorausgesetzten Fällen zu leisten vermag, nicht zuzumuthen sein.

Wenn also nach dieser Richtung hin Vortheile, deren Werth in Zahlen ausdrückbar nicht sein dürfte, sich zu Gunsten der Steinbögen in gewisse Aussicht stellen lassen, und die vorhandene Stärke der Seitenmauern von 0,75^{m} in Feldstein ausgeführt, und in Verbindung mit Holzoberbau nach den durch b gemachten Annahmen einer 30 Jahre lang vollendeten, also längst festgelagerten Chaussee, dienstbar gewesen, nach den angeführten Thatsachen sowohl, wie auch durch die Rechnung nachweisbar, für die Fortpflanzung des Bogendrucks ausreichend erachtet werden muss, so würde zur Kostenfrage übergehend, vorauszuschicken sein, dass in der nachfolgenden Zusammenstellung der Preis von 1 cb^{m} Steinbogenmauerwerk zu 30 M. berechnet wird.

Das ist ein sehr reichlich bemessener Preis, und ihn zu erreichen oder zu überschreiten, dürfte in Deutschland fast nie Veranlassung vorliegen, da er sich zusammensetzt z. B. aus:

1. 1,2—1,3 cb^{m} Stein	=	12,00 M. (oder 400 Ziegel = 7,5 M.)
2. 0,22 cb^{m} Sand à 2 M.	=	0,44 „
3. 0,11 cb' bester Portlandc. (1,1 Tonne)	=	13,20 „
4. Arbeitslohn, Rüstung, Insgemein	=	4,36 „
		30,00 M.

Dieser Preis ist mehrfachen Erfahrungen und Angeboten entnommen. — Auf Frankreichs in mannigfacher Beziehung mustergültige, aber als Strombrücken oft sehr tadelnswerthe Steinbauten, wird später, bei grössern Weiten hinzuweisen sein. Er wird thatsächlich nach den Forderungen der Unternehmer, unter den oft sehr verschiedenartigen Verhältnissen und trotz weiter Entfernungen vom Bauort, bei einigermaassen umfangreichen Leistungen, dergleichen in No. 59 der deutschen Bauzeitung 1877 theilweis Erwähnung gefunden haben, fast nie erreicht, wenn die in ebengedachter Zeitung mitgetheilte Brücke von 7^{m} Weite hier, in Betreff des Höhen- und Weitenverhältnisses ebenfalls zur Widerlegung der durch b ausgesprochenen Muthmassung dienen könnte, so gehört sie doch andererseits aus 2 Gründen nicht hierher, einmal weil sie ein Neubau ist und dann ihrer Bauweise wegen.*)

In nachfolgender Zusammenstellung sind nun sowohl Höhen- und Weitenverhältnisse der Steinbogenbrücken von 1—7^{m} Weite, als ihre Kosten, berechnet für 0,75^{m} Breite (entsprechend

*) Um möglichem Irrthum vorzubeugen, sei auch erwähnt, dass Cementbeton im Brückenbau nur ausnahmsweise Berechtigung hat, was sehr überzeugend nachzuweisen sich später Gelegenheit finden dürfte. — Ausgenommen ist der Grundbau natürlich.

der Berechnungsweise für Eisenoberbau im Vergleich b) und die Kostenvergleiche im Eisenoberbau enthalten.

Zusammstellung für 1—7^{m} weite Umbauten.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
lfde. No.	No. der Figur	lichte Weite	Höhe von der Sohle bis			Bogenhöhe am		Bogeninhalt bei 0,75 Breite				Betrag für Steinbogen	Betrag für Eisenoberbau nach Nr. 56	Differenzreihe aus Spalte 13
			Bogenfuss	Bogenschluss	Krone	Schluss	Fuss	Abmessungen			Inhalt			
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	cbm	Mk.	Mk.	
1	4 aus d. Spalten 4—8 leicht aufzustellen	1	0,75	0,79	1,09	0,10	0,11	0,11	0,75	1	0,082	2,46	14,89	
2		2	0,75	0,81	1,12	0,11	0,12	0,12	0,75	2	0,180	5,40	26,77	2,94
3		3	0,75	0,84	1,16	0,12	0,14	0,14	0,75	3	0,315	9,45	38,65	4,03
4		4	0,75	0,88	1,19	0,14	0,16	0,16	0,75	4	0,480	14,40	82,19	4,95
5		5	0,75	0,94	1,30	0,16	0,18	0,18	0,75	5	0,675	20,25	101,27	5,85
6		6	0,75	1,12	1,40	0,18	0,20	0,20	0,75	6	0,900	27,00	127,65	6,75
7	5	7	0,75	1,14	1,55	0,20	0,22	0,22	0,75	7	1,155	34,65	155,92	7,65

Die Fälle für 2—6^{m} Weite sind durch Interpolation bestimmt und enthalten daher aus zwei nahe gelegenen Ursachen Ungenauigkeiten, indem sowohl die Bogenschlussstärken, um eine dritte Dezimale zu vermeiden, Sprünge machen, als die senkrechten Projectionen der sehr verschiedenen Bögen von $\frac{0,04}{0,50}, \frac{0,06}{1,0}, \frac{0,09}{1,5}, \frac{0,13}{2,0}, \frac{0,19}{2,5}, \frac{0,39}{3,5}$ gleichwerthig wechselnd angenommen sind. — Wenn somit diese Fälle bei genauer Berechnung etwas andere Massen und Kosten als in Spalte 12 und 13 angegeben sind, nachweisen müssten, so lässt doch die Spalte 15 erkennen, dass annährende Richtigkeit erzielt ist, und der Leser dürfte überall Uebereinstimmung mit dem, was unser Wissen von der Festigkeit der Baustoffe lehrt, nirgends aber Widerspruch oder Unwahrscheinlichkeit finden.

Aus Spalte 6 geht nun, was zuvor schon allgemeiner dargethan ist, deutlicher hervor:

a. Dass die Höhenverhältnisse bei Weiten bis 7^{m} die Anwendung von Steinbögen selbst in solchen Fällen gestatten, wie sie, wahrscheinlich nach dem Zugeständniss jedes erfahrenen Lesers, sich bei Strassen selten ungünstiger bieten. — Schon die mit Fig. 1—3 bezeichneten Fälle mit verhältnissmässig grösseren Höhen gehören zu den seltensten und sind der Wirklichkeit entnommen; die Wirklichkeit mag demnächst, wenn Neubauten besprochen werden, fernere, aus zahlreichen Beispielen entnommene, Beweise liefern.

Ferner geht aus Spalte 13 und 14, die Kosten betreffend, hervor:

4. Steinbogenbau ist mit einem sehr geringen Theil der Kosten, welche Eisenoberbau beansprucht, ausführbar, wenn es sich um Umbauten handelt.

Da er ausserdem, wohl allseitig zugestandener Maassen, viel dauerhafter ist, als Eisen, so bedarf's eines nähern Eingehens auf die durch Vergleich b noch herbeigezogene Frage der Unterhaltung nicht. — Mehr denn zwanzigjährige Erfahrungen haben den Beweis geliefert, dass die hier in Rede stehenden Bauten verschwindend geringe Unterhaltungskosten verursachen, und wenn der Berichterstatter b eine Dauer von 90 Jahren für die mit 6^{mm} dicken Blechen hergestellten Eisenoberbauten voraussetzt, so dürfte das so gewagt scheinen, dass es sicherer ist, auf dies Gebiet der Vermuthungen nicht zu folgen. — Um zu lernen, muss eine Umschau auch auf andere Gebiete, als die des Brückenbaus Statt haben.

Es ist bereits vor zehn Jahren in der deutschen Bauzeitung ausgesprochen, dass bei Umbauten dieser Art die Kostenfrage sich sehr zu Gunsten des Steinbogens stellte, und wären die damals mitgetheilten Thatsachen als solche in weitern Kreisen gewürdigt, so bedürfte es heut nicht der Berichtigung dahin, dass der Steinbau — in Deutschland wohl überall — für die hier in Rede stehenden Weiten, Unterhaltung eingerechnet, mit einem oft geringen Bruchtheil der Kosten des Eisenoberbaus sich verwirklichen lässt.

Einen so kostbaren und nutzbaren Stoff aber, wie Eisen, da anwenden, wohin er nicht gehört, und durch einen viel billigeren, welcher bessere, weil dauerhaftere Dienste leistet, ersetzt werden kann, ist Verschwendung, am Volkswohlstande begangen.

In der Reihe der Neubauten wird sich Gelegenheit finden, über 7^{m} Weite hinaus die Grenze aufzusuchen, wo der Baustoff Stein anderweiten Ersatz verlangt, um die baulichen Forderungen des Menschen in dieser Beziehung zu befriedigen. Gewiss dürfte, da hier nur Bauten mit sehr geringer Belastungshöhe betrachtet worden sind, auch die Gattung der hoch belasteten Bauten einer Beachtung werth sein, da ihrer so viele erforderlich werden, und es zeigt hier ein Rückblick ein Vergleich von dem was noch vor einem Jahrzehend, vielleicht vor noch kürzerer Zeit in weiten Kreisen als allein zulässig, als allein gültig erachtet wurde, bis zu den kürzlich in Nr. 62 der deutschen Bauzeitung mitgetheilten Moselbahnbauten eine später ausführlicher zu besprechende Wandlung so höchst erfreulicher Art, dass trotz einiger, auch diesen Bauten noch anklebenden, von deren Urheber gefühlten, aber aus Befangenheit noch nicht abgestreiften Mängel, jeder deutsche Fachmann mit Befriedigung auf diese, wenn auch dem Maasstabe nach kleinen, so doch durch keinen gleichviel wie grossen Bau, an Vollkommenheit der Anordnung übertroffenen Bauwerke blicken kann, durch welche unser Land, so weit hinten seine Stellung in dieser Beziehung bisher auch gewesen sein möchte, mit einem sichern Schritt den bezüglichen Leistungen aller andern Völker, — so viel bekannt — vorgeschritten sein dürfte.

Es fordert keine Anstrengung mehr, es bedarf nur des Abstreifens der Unvollkommenheiten, welche der Verfasser des Berichts über die Moselbahnbauten ahnt oder fühlt, um unser Heimathland, dessen Leistungen in dieser Beziehung insbesondere in Norddeutschland, trotz der bei den verschiedensten Gelegenheiten genommenen Anläufe (von welchen z B. in Mitteldeutschland die Göltschthalbrücke einen sichtbaren Beweis, trotz ihrer wunderlichen Fehler, liefert), gewiss nur betrübende, im Allgemeinen zu nennen sein möchten, in Betreff der unübertroffenen Ausführung von Steinbogenbauten in erster Linie stehen zu lassen.

Zufolge der Baustoffe, über welche Deutschland verfügt, und welche kein Land*) besser haben dürfte, welche namentlich in dem nur mit Anerkennung bis heut zu betrachtendem, viel vor England voranstehenden Frankreich keineswegs in solcher Güte und Menge vorkommen, an der Spitze der civilisirten Völker in dieser Beziehung zu erhalten.

Dem Nachweis der Richtigkeit der durch c seiner Zeit gemachten Behauptung von in Preussen ausgeführten Umbauten, dass der Steinbau nur einen geringen Bruchtheil der Baukosten, welche für Eisen nothwendig sind, erfordert, ist ein Nachweis von einer Brücke mit mehren Oeffnungen entlehnt, nicht ohne Weiteres als gleichwerthig an die Seite zu stellen. — Die Gründe, weshalb dies nicht thunlich, gehören nicht hierher.

Weil aber einem ganz andern Theile Deutschlands angehörig, und seiner westlichen Grenze ungefähr so nahe belegen, wie jene der Ostgrenze sich nähern, mag hier Erwähnung geschehen, dass bei einem unter den ungünstigsten Verhältnissen erfolgten Umbau der in der Eifel belegenen

*) Der Granit, die Grauwerke, der Behalt (und wohl auch Prophyr?) an denen Deutschland reich ist, übertrifft um das Doppelte den gewöhnlichen Baustein Frankreichs; der Kalkstein, der Sandstein genügt auskömmlich durch seine Festigkeit den obigen Ansprüchen. — Zu diesen und andern Gaben, die die Natur spendet, und welche eine viel ausgedehntere Verwendung, als sie bisher gefunden, verdienen, tritt hinzu, dass erstens der deutsche Gewerbefleiss einen Mörtel zu beschaffen gestattet, welcher durch Verwendung der deutschen Portlandcemente — welche nach vorliegendem Urtheil eines ausserhalb Deutschland wohnenden Fachkenners in jeder Beziehung zu den besten Erzeugnissen aller Völker gehören sollen — erst die rechte Ausbeute jener Naturgeschenke ermöglicht, und dass zweitens Ziegel in grösserer Güte, als früher, seit Erfindung der Ringöfen und der durch sie hervorgerufenen wissenschaftlichen Bestrebungen, vielfach vorkommen.

mehrbögigen Kyllbrücke der Steinbau etwa $^2/_3$ der Kosten verlangte, welche der Eisenoberbau verlangt haben würde.

Werden diese ungünstigen Verhältnisse, welche den muthigen und von ernster Berufstreue durchdrungenen Erbauer in Betreff seines Wirkens umstrickten, beseitigt und wird die in dem Vorhandenen belegene, von ihm nicht genugsam erkannte Hülfe ausgenutzt, so mindern sich, wie später gezeigt werden wird, die Kosten des Steinbaus auf den dritten bis vierten Theil der Kosten, welche für Eisen erforderlich gewesen sein würden.

Das würde denn ein Nachweis sein für die Richtigkeit der von c gemachten Behauptungen, aus ganz anderer Gegend und ganz andern Verhältnissen entsprungen

Derselbe behauptet jedoch noch noch Weiteres: er sagt nämlich, dass bei Neubauten die Kosten sich unter Umständen noch mehr als bei Umbauten zu Gunsten des Steins mindern könnten. — Hierüber im nächsten Abschnitt.

II. Neubauten.

Es liegt der Betrachtung der Neubauten zunächst die Aufgabe zu Grunde, mit Bezug auf die durch b ausgesprochene Meinung, dass die Geringfügigkeit der Höhen sehr häufig die Anwendung von Steinbögen ausschlösse, den Werth dieser Meinung durch zahlreichere Beispiele festzustellen. Ferner würde sich noch die Aufgabe daran knüpfen können, die Irrthümlichkeit der dort ausgesprochenen Ansicht zu widerlegen, dass, selbst wenn die Höhe genügte, dennoch die Umbaukosten annäherend den Neubaukosten gleichen möchten.

Da letztere Widerlegung jedoch schon ausreichend bei der Besprechung der Umbauten erfolgt sein möchte, so dürfte es erspriesslicher sein, die Ursachen zu erforschen, aus welchen die durch b behaupteten, und durch Thatsachen als Irrthümer wohl bereits erkannten Ansichten, entstanden sind. Bei dieser Gelegenheit wird die Frage nach den gewöhnlichen, zwischen Weiten und Höhen vorhandenen Verhältnissen, nebenher ihre Erledigung finden.

Da im Vorigen bereits vor vielen Jahren durch c behauptet und nunmehr dargethan ist, dass Steinbau für 1 bis 7^m weite Brücken in Deutschland überall ungleich billiger als Holz- und Eisenoberbau für Umbauten sich stellt, wenn der cb^m Stein, welcher die Anwendung einer Druckfestigkeit von 60^m gestattet, zu 9—10 M. frei Baustelle zu haben ist, und da ferner behauptet ist, dass bei Neubauten die Kosten sich noch mehr zu Gunsten der Steinbrücken herausstellen können, so dürfte es der Allgemeinheit wegen angebracht erscheinen, die Steinbrücken, um ihrer Wichtigkeit willen, genau nach Klassen einzutheilen. Solche bieten sich sehr einfach, indem von der Klasse der „Einbogenbrücken“ die der „Mehrbogenbrücken“ sich naturgemäss abtrennen, weil bei diesen andere Bedingungen des Bestehens als bei jenen walten.

Wünschenswerther Kürze des Ausdrucks willen, werden jene „Bogenbrücken“ und zwar um deswillen mit um so grösserem Recht unter Vernachlässigung der Bezugnahme auf den „Stein“ als Baustoff, benannt, weil dieser, wie im weitern Verlauf der Untersuchung sich herausstellen dürfte, wenn er nicht der einzige Baustoff ist, welcher zur Herstellung derartiger Bauten Verwendung finden sollte, doch jedenfalls ein Baustoff ist, welcher sich zu dieser Art der Verwendung vorzugsweise und zwar in einem hohen Maasse eignet, jede andere Verwendungsweise Vergeudung einschliesst.

Dass sehr verschiedene Ansichten über die Leistungsfähigkeit des Steins bestehen, ist durch Thatsachen, welche bereits der Geschichte angehörig, als erwiesen zu erachten. Diese noch durch andere geschichtliche Beispiele zu vermehren, dürfte belehrend sein.

Um Grund und Ursach dieser verschiedenen Ansichten, und die Berechtigung ihres Bestehens kennen zu lernen, seien Fig. 6[1], 6a, 6b betrachtet, welche Bogenbrücken um die Mitte unsers Jahrhunderts, die beiden letztern entworfen und ausgeführt, erstere entworfen und zur Ausführung genehmigt, jedoch durch eine in Betreff der Ausführung eintretende Verzögerung,

mehrere Jahre später und zwar nach Fig. 6*) mit weniger als der Hälfte der ursprünglich für nöthig erachteten Masse [für eine Ewigkeit dauerhaft, wie Hermenegild Francesconi in Försters Bauzeitung am Schluss einer Betrachtung über Steinbrücken sagt] hergestellt wurde. Sie legt Zeugniss ab, von der Berechtigung derjenigen Anschauungen, von welchen die um dieselbe Zeit wie 6a und 6b entstandenen Neubauten in Fig. 11a [ebenso die früher unter Fig. 1, 2, 3 bereits besprochenen Umbauten] und, soweit dies unter den beim Bau obwaltenden Verhältnissen erreichbar war, Fig. 11b Kunde geben.**)

Die grosse Massenhaftigkeit der Bauten Fig. 6^1, 6a, 6b, die erheblich grössere Menge die der Mauerwerksquerschnitt dem Querschnitt der Oeffnung gegenüber hat, ist bemerkenswerth, und zwar um so mehr, weil trotz dieser Massenhaftigkeit [welche in Fig. 6b nicht einmal vollständig erkennbar wird, da noch grosse Mengen Trockenmauerwerks angeordnet sind] die Bauten 6a und 6b starke Bewegungen bemerklich werden liessen, was bei 6b zur Verengung der ursprünglichen Weite bis fast auf die Hälfte durch Hülfsbauten führte. Diese Hilfsbauten sind durch die Art ihrer Anordnung, weit mehr noch, als das ursprüngliche Bauwerk schon es ist, Belag sehr unrichtiger Ansichten, übertroffen jedoch durch Fig. 6a und 6^1, nach dieser schlimmen Richtung. Diese schlimme Richtung wird schädlich zu wirken aufgehört haben, sobald ein Blick auf Fig. 19 (ein in punktirten Linien dargestelltes Bauwerk der Fischbachbahn von etwa derselben Weite wie Fig. 6b) lehrt, dass dieses mit etwa der Hälfte der Masse, standfähig und sicher vollendet ist, und, unter Einhaltung der bei seinem Entwurf maassgebend gewesenen Ansichten standfähig und sicher vollendet worden sein würde, auch wenn seine Belastung die doppelte drei- und zehnfache gewesen wäre. Wenn auch hier noch eine, von dem Urheber dieser Bauten, bereits der Hauptsache nach anerkannte und zugegebene Massenverschwendung von etwa 25% des Erforderlichen möglich, und gleichzeitig mit einer von ihm ebenfalls bereits zum Theil wenigstens gefühlten Verbesserung des Baus verbunden ist, so tritt dadurch wohl die ausserordentliche Verschiedenheit der Anschauungen recht klar vor Augen, und das Wünschenswerthe ihrer Klärung dürfte einleuchten.

Uebliche unrichtige Auffassung des Begriffs Steinbrücke oder gewölbter Brücke mit einer Oeffnung.

Zu diesem Zweck ist nothwendig zu erwähnen, dass, nach der dem Entwurf obgedachter Bauten 6a und 6b gemeinschaftlichen Betrachtungsweise, eine Bogenbrücke ist und sein soll: ein Steinbau mit folgenden Theilen und Erfordernissen (vergl. Fig. 6^1):

1. Bogen B, aus dem besten Baustoff herzustellen, genau bearbeiteten Quadern oder Ziegeln von vorzüglicherer, als gewöhnlicher Art. Dieser Bogen bedarf, weil der, seit der Zeit der Römer übliche Halbkreis als die fast ausschliesslich berechtigte Bogenform galt, vielfache Erfahrungen aber bewiesen haben, dass die ihm eigenen Formveränderungen Gefahr bringend werden können, einer sofortigen Verstärkung und als solche gilt:

2. Der Theil H, Hintermauerung genannt, welche, obwohl sie die Aufgabe hat, des als Haupttheil angesehenen Bogen's Hinfälligkeit zu verringern, doch nicht wie dieser, aus guten, sondern, nach einer Auffassung (Fig. 6^1 und 6a) aus schlechtestem, in waagerechter Schichtung, nach einer andern richtigern, von französischen auf mittel- und süddeutsche Bauten übergegangenen Anschauung, aus bogenförmig geschichteten Mauerwerk bestehen soll. Beide Theile B wie H bedürfen der:

3. sogenannten Widerlager W; dieser von den Römern, um ganz anderer Gründe als des Bogens willen, ursprünglich geschaffene und im Hochbau zur Raumgestaltung unvermeidliche

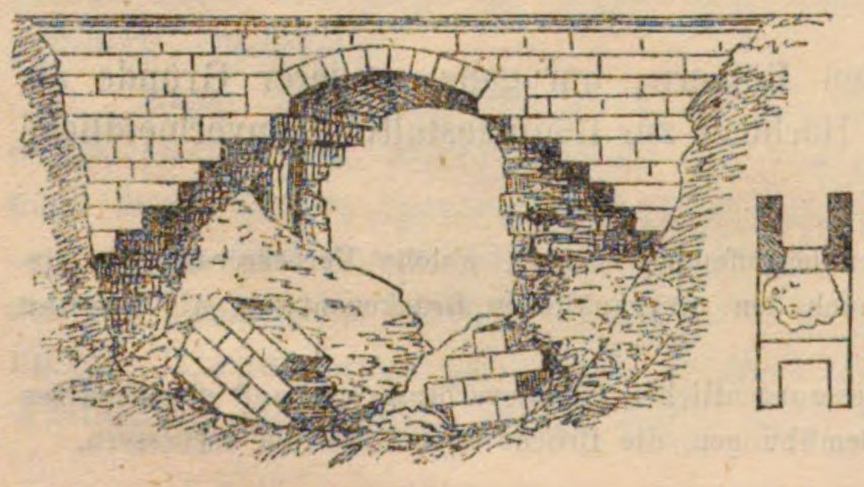
*) Eine genehmigte Abänderung in der Kronenlinie der betreffenden Strasse, welche Verbesserung des Gefälles und Längenminderung gleichzeitig einschloss, konnte auch den ursprünglichen Brückenentwurf als beseitigt gelten lassen.

**) Der Bau war, wie Fig. 62, die Folge einer ganz ausserordentlichen Gefällsverbesserung und gleichzeitigen Verkürzung einer Staatsstrasse; jedoch vergeblich waren alle Bemühungen, die Brücke angemessen zu verbessern.

und, weil der Bogen sich wider ihn legt, so ausserordentlich treffend bezeichnete, im Brückenbauwesen aber durch keinerlei Nothwendigkeit gebotene, sondern einzig und allein schädliche, Baustoffe und Kosten vergeudende, den Nutzen der Bauwerke gleichzeitig verringernde, Bautheil, soll, nach in Norddeutschland üblicher Auffassung von einem mittelguten, d. h. hinter dem Bogen an Güte zurückstehenden Mauerwerk, und in Mittel- und Süddeutschland, kurz überall wo Quader- und Bruchsteinmauerwerk verfügbar ist, in ähnlicher mittelguter Weise, nämlich von Bruchstein gewöhnlich mit Quaderverblendung hergestellt werden.*) Hierzu tritt, wie überall bei jedem Hochbau:

4. Grundmauerwerk G, dessen Beschaffenheit etwa, wie das des Widerlagsmauerwerks sein soll, und meistens etwas weniger gut aus naheliegenden Gründen hergestellt wird. Die aus diesen 4 unumgänglich nothwendig erachteten Haupttheilen errichteten, und ihrer Massenhaftigkeit wegen natürlich höchst kostbaren Bauwerke, wurden theils zufolge der bei ihnen häufig ein-

*) Dass das sog. Widerlager, im Brückenbauwesen unberechtigt, überflüssig und schädlich ist, ist wissenschaftlich gebildeten deutschen Fachleuten, bereits 1853 nachgewiesen; thatsächlich ist das Ueberflüssige schon vorher z. B. durch das Bauwerk Fig. 11a erwiesen, ebenso giebt Fig. 11b dafür einen Beweis, welcher Bau, da äusserer Gründe halber die lothrechte Ebene gewahrt werden musste, so ausgeführt ist, dass man dieselbe beseitigen, und den Bau also durch Vergrösserung der Oeffnung nutzbringender machen kann. — Bei Umbauten wie Fig. 1, 2, 3 kann es nützlich und unter den einmal vorhandenen Verhältnissen zweckmässig sein, bestehende Seitenmauern als ein Uebel, welches die ihm vor Zeiten gewidmeten Mühwaltungen und Kosten noch zu vergelten fähig ist, mit in den Kauf zu nehmen, aber vor der Annahme, dass die Theile nothwendig seien, ist zu warnen; — wenn aber, wie erwähnt, der wissenschaftliche Beweis von der Ueberflüssigkeit des Widerlagers, von seiner Zweck- und Schädlichkeit den deutschen Fachleuten schon viele Jahre bekannt sein könnte, so ist der thatsächliche Beweis von seiner Schädlichkeit nunmehr auch durch die auf No. 54. Jahrgg. 1876 der d. B. beschriebene Zerstörung einer Bogenbrücke in der Rheinprovinz (Heidesheim) erbracht, an welcher Mittheilung, so bemerkenswerth sie erachtet wird, leider das bei Weitem Bemerkenswertheste das ist, dass sie in einem deutschen Fachblatt Statt haben konnte, da uns deutschen Fachleuten dieser Vorgang als etwas durchaus Natürliches wohl schon seit 100 Jahren hätte bekannt sein müssen, zu welcher Zeit Ritter von Gerstner seine Lehren über Bogenanordnungen Kund gab, welche, wären sie befolgt, und nicht von seinen in handwerkmässigen Gewohnheiten befangenen Zeitgenossen so durchweg als für das tägliche Leben werthlos zurückgewiesen, wie dies heut glücklicher Weise nicht der Fall ist, in ihrer Anwendung die Folgen gehabt haben würden, dass Unglücksfälle wie in Heidesheim, unmöglich, unberechenbare Summen beim Brückenbau erspart worden wären. — Der Bericht lautet: Einsturz einer Eisenbahn-Ueberführung bei Heidesheim. „Der am 2. April zwischen Mainz und Bingen niedergegangene Wolkenbruch hat, wie bekannt, arge Verwüstungen bei dem Dorfe Heidesheim angerichtet, wo er die Weinberge zerstört, Bäume und Häuser weggerissen, die Felder auf weitem Umkreise durch massenhafte Sandablagerungen verwüstet und auch Opfer an Menschenleben gefordert hat. Auch an den Bauwerken der von Mainz nach Bingen führenden Eisenbahn sind zwischen den Stationen Heidesheim und Ingelheim vielfache Zerstörungen vorgekommen, da das Ablaufen der gewaltigen Wassermassen durch den parallel dem Rhein hinlaufenden Eisenbahndamm gehindert wurde, dessen verschiedene Wegeunterführungen als einzige Durchlässe des Wassers dienten. Diese Unterführungen wurden daher theilweise bis zu den Fundamenten aufgewühlt, während andere kleine, für den gewöhnlichen Wasserabfluss bestimmte Durchlässe durch die mitgeführten Sandmassen vollständig vergraben wurden, welche die Aecker an der Eisenbahnstrecke von Heidesheim bis Ingelheim an mehren Stellen in ein Sandmeer verwandelt hatten.



Besonders gross war die Zerstörung an einer bei Ingelheim gelegenen Eisenbahnüberführung, welche Ursache wurde, dass der Betrieb auf gedachter Strecke anfangs für kurze Zeit ganz eingestellt werden musste und später nur in der Weise wieder aufgenommen werden konnte, dass die Personenzüge vor der betreffenden Stelle halten und die Passagiere aussteigen mussten, während für den Güterverkehr die Strecke auf längere Zeit vollständig gesperrt blieb, bis die Herstellung einer hölzernen Interimsbrücke vollendet war.

Die Zerstörung dieses Bauwerks ist in technischer Hinsicht interressant. Vorstehende Skizze giebt ein ungefähres

tretenden Formveränderungen, theils aber der, wie angegeben, verschiedenartigen Baustoffe wegen, welche für nöthig erachtet, und bei deren Wahl öfter besondere Eigenschaften, welche mit der Berufsart des Bauwerks: sein Lastträger zu sein, in gar keinem fassbaren Zusammenhang standen, wohingegen die zunächst nothwendige Eigenschaft, die Druckfestigkeit bei ihrer Wahl keineswegs in gebührenden Betracht kam, eines Schutzes bedürftig gehalten, in der löblichen Absicht, die Unterhaltungskosten zu mindern, und die Dauer zu erhöhen; es entstand also:

5. Abgleichung A, in der Regel, aus den allerbesten Baustoffen gefertigt, und da auch dieser Schutz oft nicht ausreichend zuverlässig, um deswillen war, weil das ganze Bauwerk in sich den Keim des Siechthums hatte, so folgte dann über dem Schutz A oft noch ein weiterer Schutz. Dieser sollte wieder den ersteren Schutz und das ganze Bauwerk mit ihm schützen. Indem man bei seiner Wahl nicht selten seine Zuflucht in andere Gebiete als in das Gebiet der Erd- und Steinstoffe nahm, war er dann wohl das nothdürftig zu erfüllen im Stande, was unter andern Umständen, bei andern wohl richtigeren Ansichten, überhaupt als Bedürfniss, sich nie herausgestellt haben würde. Es würde sich nie herausgestellt haben, weil einer, nach theorethisch richtigen Grundsätzen unter zweckgemässer Wahl der Baustoffe, angeordneten Bogenbrücke, keinerlei Schutz nöthig ist, wie die betreffenden Bauten beweisen.

Das ungesunde (Verzeihung für den von anderer Seite erborgten Ausdruck) der eben erwähnten Anschauungen hat vor Allem seine Ursach in der wohl nicht durchdachten Uebernahme von Theilen und Begriffen des Hochbaus in den Brückenbau, und hiermit im Zusammenhang in der Uebernahme der seit der Zeit der Römer beliebten Bogenform nach der Gestalt des Halbkreises mit den ihr, zwar keineswegs als unvermeidliches Zubehör eigenthümlichen, aber ihr doch durch die Römer gegebenen, und seit vielen Jahrhunderten nachgeahmten fehlerhaften Ausbildung, gleichbleibender Schenkelstärke.

Abbrechend von der weitern Verfolgung dieses Gedankenganges, welcher, nachdem unsere französischen Nachbarn schon im vergangenen Jahrhundert zum Theil bessere Wege zu gehen verstanden, ganz insbesondere uns Deutschen, den Stammesgenossen und Nachgebornen von Gerstners und den Zeitgenossen Hagens, welche unvergleichlich kurz und klar die Führung auf richtige

---

Bild, wie solches bei flüchtigem Besuch der Unglücksstätte dem Notizbuch nach blosser Abschätzung der Dimensionen ohne Abmessung einverleibt wurde. Die aufgestauten Wassermassen haben die Fundamente des etwa 5m weiten aus Sandstein ausgeführten Bauwerks unterwühlt und theilweise fortgerissen. so dass an der einen Seite nur das Stichbogengewölbe mit den Widerlagsteinen und der treppenförmig weggerissenen Stirnwand sichtbar ist. Man erkennt an den vor dem Herabstürzen bewahrten Theile die Durchwirkungen in der Nähe der Stützlinie. Die linksseitige Widerlagsmauer ist wegen mangelnden Fundamenten eingestürtzt; die Erdmassen des Dammes sind durch so entstandene Oeffnung hindurchgerutscht und bildeten unten einen hohen Schuttkegel. Die weggerutschte Kiesbettung raubte den Eisenbahnschwellen ihre Unterstützung und das Gestänge hing an dieser Stelle in der Luft. Durch Herstellung einer Gleisverschlingung mit Aufführung einer hölzernen Interimsbrücke ist der Betrieb seit einiger Zeit auf gedachter Strecke wieder vollständig hergestellt und es kann der Wiederaufbau der zerstörten Brücke von Grund auf vorgenommen werden."

a

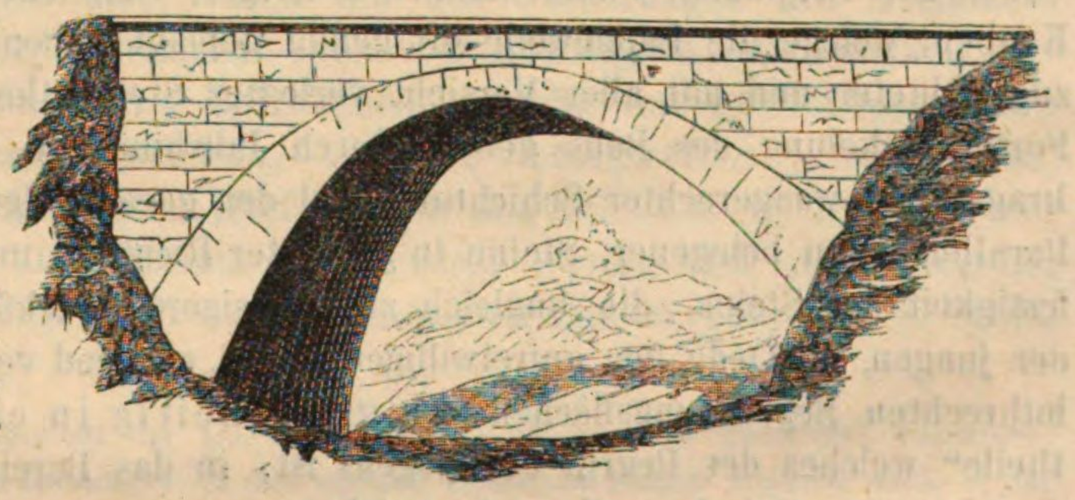


Fig. a stellt die Brücke dar, wie sie mit viel geringern Kosten, bei durchaus gleichem Anspruch an die Druckfestigkeit der Baustoffe (gemäss den Vorbildern Fig. 2, 11a) nach bereits 1853 wissenschaftlich begründeten und veröffentlichten Beispielen, ungleich zweckmässiger hätte ausgeführt werden müssen. —

Bahn gezeigt haben, zum Vorwurf zu machen sein möchte, werde versucht, den Gedankengang einer andern Auffassung klar zu legen.

Es scheint nothwendig, da in Vorhergehendem vielfach von Mauerwerk, von verschiedener Güte desselben, von Abstufungen und Klassen die Rede gewesen, und in Anbetracht erwiesener Thatsache, dass der Begriff Mauerwerk im Lauf der Zeit ein wechselnder, sehr verschiedener Deutung und Erklärung unterliegt, eine solche Erklärung für unsere Zeiten und Ziele voraufgehen zu lassen.

Begriff des Mauerwerks.

Mauerwerk ist das Ergebniss menschlicher Thätigkeit, durch welches zusammenhängende, in lothrechter und geneigter Richtung sich erstreckende Körper von thunlichst gleichmässiger Festigkeit unter Verwendung an und für sich sehr verschiedener Erd- und Steinstoffe entstehen.

Gleichgültig ist's, ob diese Körper durch den kunstfertigen Steinmetz, durch Handfertigkeit und Wissen des Maurers, durch den jeglichem Gewerk fernen Tagearbeiter, oder für viele wichtige Zwecke auf die denkbar vollkommenste Art durch den Betrieb einer Maschine geschaffen werden.

Zweck des Mauerwerks

Gleichartigkeit, gleichmässige Festigkeit zu erzielen ist also der Zweck der Vereinigung von Steinen oder steinigen bez. erdigen Stoffen zum Mauerwerk, und je inniger diese Vereinigung Statt gefunden hat, je mehr die einzelnen, vor der Vereinigung oft ausserordentlich von einander verschiedenen Theile, welche Mauerwerk bilden, die ebenflächigen oder die unebenen, rauhen Schnitt-, Bruch- und Ziegelsteine oder rundliche Geschiebe jeder Grösse durch ein erdiges Bindemittel, der Natur theils unverändert, wie der Sand, die Puzzolane, der Lehm oder nach erfolgter Verwandlung durch Menschenhand wie der Kalk, Trass, Cement, entnommen, durch diese Vereinignng gleichartigere Festigkeit erlangt haben, desto vollkommener ist der Zweck menschlichen Strebens erreicht, desto besser ist das Mauerwerk.

Lothrechte Mauer; einseitiges Stützen, Druckfestigkeit.

In lothrechter Mauer stützen die untern, die obern Theile. Die durch dies Stützen beanspruchte Druckfestigkeit bewirkt eine Formveränderung der untern gedrückten Theile, welche, eine Aeusserung der Elastizität der Mauerwerkskörper, nicht nur ganz ungefährlich, sondern sogar die Stabilität vergrössernd so lange zu erachten ist, bis sie die Elasticitätsgrenze überschreitet; bis eine wahrnehmbare Veränderung, d. i. ein Riss entsteht. — Naheliegend selbstverständlich ist's daher, dass man die mehr gedrückten, also in der lothrechten Mauer, die untern Theile an Stärke wachsen lässt. — Hier in der lothrechten Mauer findet also einseitiges Stützen der Theile statt.

Zur Erzielung gleichmässiger Druckfestigkeit, Stärke, Vermehrung der unteren Theile.

Die lothrechte Mauer bedarf, um dem Menschen zu nützen, der Durchbrechungen. Die ersten Maurer, welche die in der ganzen Schöpfung unvergleichlich dastehende Eigenschaft des Mauerwerks, seine Dauer, erkannten, sahen sich veranlasst, wenn sie ihren Werken Monumentalität verschaffen wollten, diese Durchbrechung mit einer Steinplatte oder mit einem Steinbalken zu decken, nothdürftige Hülfsmittel durch die in ihnen beanspruchte Bruchfestigkeit, über deren Verwendung hinaus sich zu erheben, Jahrhunderte lang ein Volk so reich begabt, wie das griechische, nicht vermochte.

Bruchfestigkeit der Steinbalken.

Die Erfindung, wahrscheinlich müssiger, vielleicht als Handlanger bei Bauten beschäftigter Knaben, welche die Langeweile oft genug geplagt haben mag, wenn ein mit aller Kunstfertigkeit zugerichteter und mit aller Vorsicht verlegter Steinbalken brechend, zeitweisen Stillstand in der Fortentwickelung des Baus gebot, durch Jahrhunderte hindurch über die Stufenleiter der Vorkragung in waagerechter Schichtung und der gegenseitigen Stützung zweier, zwischen lothrechten Parallelebenen belegener, Steine in geneigter Richtung und somit statt der unzuverlässigen Bruchfestigkeit des Steins, die ungleich zuverlässigere Druckfestigkeit zu verwerthen, diese Erfindung der jungen, die Oede der unfreiwilligen Musse, spielend verkürzenden Arbeiter „geneigter, zwischen lothrechten Begrenzungsflächen sich gegenseitig in einer Richtung stützender Mauerwerkstheile“ welches der Begriff des Bogens ist, in das Bereich seines Denkens aufzunehmen, war das hochgebildete Griechenvolk nicht befähigt.

Gegenseitiges Stützen in einer Richtung. Begriff des Bogens.

Halbkreisförmige Monolithen in griechischen Bauten sind keine Bogen nach richtiger Auffassung.

Von den Einzelerscheinungen des Bogens und seiner Vorbereitungsformen in griechischen Bauten, kann billig keine Rede sein. Zeigten dieser Bauten auf uns gekommene Ueberreste selbst viele in Halbkreisform gehöhlte Monolithen, so würden eben diese nur um so sicherer bezeugen, dass ihre Verfertiger die Anwendung der Druckfestigkeit des Gesteins, mit seiner die Bruchfestigkeit des Steinbalkens unvergleichlich überwiegenden Herrschaft, den Steinbogen, als System einer beliebigen Anzahl sich in einer Richtung gegenseitig stützender, zwischen lothrechten Begrenzungsflächen belegener Theile, nicht kannten.

Die Anwendung der Druckfestigkeit des Gesteins in Bogen die Ursach oder das Mittel derFortentwicklung des Römerreichs und der Cultur.

Die Erkenntniss von der Druckfestigkeit des Steins und seiner, daraus für die Verwendung in einer gegen die Lothrechte geneigten Richtung entspringenden Befähigung darf mit Fug und Recht als ein bedeutsamer Culturfortschritt, als ein Schritt bezeichnet werden, ohne welchen das Römerreich und mit ihm die durch dasselbe in weite Gegenden getragenen Anlässe zur Fortentwickelung unmöglich geworden wären, so dass wohl behauptet werden darf: Griechenland musste untergehen, es war an der Grenze der Entwickelung angekommen, hatte seine auf Formenschönheit gerichtete Aufgabe in der Weltgeschichte erfüllt, und war zu neuen, ferneren Leistungen unfähig, weil — jedenfalls durch die ausgeprägte Richtung auf Formenschönheit behindert und unzugänglich gemacht — die Verwendung druckfesten Gesteins in geneigter Richtung seinem Gedankengange fern blieb. Nicht minder darf behauptet werden, und mit Ehrfurcht muss diese Wahrnehmung die Jünger des Baufachs erfüllen, dass die Civilisation in ihrem Laufe aufgehalten, znm Stillstand verurtheilt gewesen sein würde, wenn nicht die Anwendung von der Druckfestigkeit des Steins die Lösung bis dahin unerreichbarer Aufgaben, sowohl auf dem Gebiet des der bildenden und veredelnden Kunst, der Wissenschaft dienenden Hochbaues, als vornämlich auch auf dem Gebiet der Nutz- und Zweckmässigkeitsbauten ermöglicht hätte. Und dass in dieser Richtung der Brückenbau eine hohe, vielleicht die höchste Stelle beanspruchen kann, dass bereits die Römer mit Ehrfurcht gegen die Dienste des Brückenbauwesens erfüllt waren, dafür spricht

Verehrung der Römer gegen die Brückenbauer.

die Benamung derjenigen Männer, welche die Ausübung ihrer Religionsgebräuche zu leiten, zu überwachen hatten, mit pontifex, pontifex maximus,*) welche Worte dem Stande der Brückenbauer eine mit Verehrung ihrer Thätigkeit verbundene Stellung im Staatsleben gesichert und angewiesen, den Ersten des Standes aber mit einer Würde umkleidet haben, welcher, so hoch sie auch war, die im 19. Jahrhundert von einem spät geborenen, dem ursprünglichen Wesen derselben Würde völlig entfremdeten Inhaber derselben beanspruchte Unfehlbarkeit doch mit Recht streitig gemacht wird. — Denn, dass die Römer, die, bei der lothrechten Mauer zur Erzielung einer gleichmässigen Druckfestigkeit aller ihrer Theile, so naturgemässe Folgerung, die untere Stärke zu vermehren, auf die, zwischen lothrechten Begrenzungsflächen geneigten, sich gegenseitig in einer Richtung stützenden Mauern, als ebenso naturgemässe Anordnung zu übertragen, dass sie, vom Zusammenschluss dieser Mauern abwärts nach dem Fuss deren Stärke nicht zu vermehren vermochten, und — von der Form des Halbkreisbogens verführt und durch handwerksmässige, bequeme Gewohnheiten verleitet, jedenfalls auch durch die den Forderungen des Hochbaues folgende künstlerische Ausbildung beengt und gehemmt, — von einer des Bogens Standfähigkeit vermehrenden Ausbildung abwichen, und keiner ihrer Brückenbauer, weder auf gewöhnlicher noch auf höchster Stufe zur Erkenntniss dieser Abweichung von den Naturgesetzen genommen ist,

Fehlschlüsse der römischen Brückenbauer, durch die Form des Halbkreises und das Handwerk verleitet.

Die mangelnde Schenkelstärke des Bogens Ursache seiner Hinfälligkeit.

dieser Fehltritt ist die Ursache einer frühzeitigern Hinfälligkeit und Schwäche viele ihrer, und der in Nachahmung ihres Thuns bis auf die Jetztzeit entstandenen Werke, und gleichzeitig die Ursache eines Schadens, wie die unter Fig. 6^1, 6^a, 6^b gezeichneten Bauten beweisen, so gross,

*) Professor R. Baumeister in Carlsruhe (Bericht der III. Generalvers. d. A. u. Ing.) übersetzt: Ingenieur: Ober-Ingenieur; vielleicht als zu nahe liegend, das Anklingen an den eigenen deutschen Namen meidend stellt er für ein Fremdwort ein anderes hin. —

dass mit weit weniger als der Hälfte seines Betrages dauerhafte, unveränderlich standhafte und weit zweckmässigere Bauten [wie die Fig. 1, 2, 3, 11[a u. b] errathen lassen, und ausführlicher noch im weitern Verlauf nachzuweisen Gelegenheit, ist] hätten geschaffen werden können.

Allseitiges Stützen der Theile. Begriff des Gewölbes.

Der zufolge des Fehltritts in der Bogenanordnung und demnächst mittelst eines Sprunges bewirkte Fortschritt, welchen die Römer machten, indem sie aus dem unrichtig angeordneten Halbkreis-Bogen das Gewölbe,*) das System sich allseitig stützender Mauertheile schufen, ist nirgends und nie bis jetzt ausgeglichen, obgleich sie in dieser höchsten und vollendetsten Ausnutzung der Druckfestigkeit des Steins sich als denkende, höchst verständige Handwerker, deren Werke noch heut unsere Bewunderung erregen und verdienen, erwiesen haben, und diesem Sprunge darf vielleicht zugeschoben werden, ein Theil, wenn nicht die Summe der Schuld einer

Geringe Entwickelung des Brückenbauwesens in Folge des römischen Fehltritts.

sehr geringfügigen oder durch viele Jahrhunderte hindurch kaum nennenswerthen Entwickelung des Brückenbauwesens, bis zu den, einen Theil der römischen Fehlgriffe verbessernden Thaten der Franzosen im 18. Jahrhundert, seit Perronet und bis zu den die Menschheit aus der Enge, der ihr mit Unrecht durch jenen Missgriff der Römer, insbesondere der römischen Priester, auf-

Befreiende That des Eisens im Brückenbau.

erlegten Fesseln befreienden Schöpfungen mit Hülfe des ganz anderen Gesetzen unterworfenen Eisens in diesem Jahrhundert. An der Grösse dieser Schöpfungen haben Deutsche ruhmreichen Antheil; daher ist doppelt zu beklagen, dass andern Deutschen das leidige Geschick begegnete, in theils verführerischer Form nur mit dem Schein der Wissenschaft und tiefer Forschung bemäntelt, Irrthümer durch Wort und Schrift veröffentlicht zu haben [siehe Seite 99. Bericht der XIV. Generalversammlung deutscher Achitekten und Ing., Wien 1864], durch welche eines so

Verwendung des Eisens auf unrichtige Weise.

werthvollen Stoffes, wie des Eisens Verwendung auf falsche Bahnen zu lenken unternommen wurde, wovon einige Beispiele anfänglich erörtert sind,*) und andere vielleicht später folgen.

Dies zu hindern, und die Quellen des Wohlstandes unseres Volkes nicht noch mehr versiechen, die vergleichsweise Armuth, in welche es durch mangelnde Kenntniss des ihm von der

Die verkannten Werthe des Steins.

Natur verliehenen Reichthums, beispielsweise dem französischen Volke gegenüber, gerathen ist, und zu deren Vermehrung und fast erdrückender Schwere wenn nicht vielleicht allein sie dieselbe veranlassten, so doch vornämlich unsere Bauleute, durch mangelnde Einsicht, insbesondere die Brückenbauer beigetragen haben und bis zu gegenwärtigem Augenblick unheilvoll geschäftig mitwirken dürften, weil ihnen, wie in Fällen kleiner und kleinster, so in sehr grossen und umfangreichen Beispielen nachgewiesen werden wird, die ersten und einfachsten, den Fachmännern der Franzosen z. B. in Fleisch und Blut längst übergegangenen richtigen Begriffe noch nicht genug geläufig sind, und somit zu steuern der Verschwendung, welche in den ungehobenen und ungenügend beachteten Schätzen unseres Landes durch angemessene Verwendung werthvoll werdender Steinen, so wie zufolge unrichtiger Begriffe wohl vielfach unnöthig verbrauchter körperlicher, wie geistiger Arbeitsleistung, tagtäglich dem Blicke sich zeigt, und an tausend und aber tausend Stellen am Mark des Landes zehrt, ist zur Aufhellung vorhandener Dunkelheiten, noch ein Rückblick auf die Römer- und Griechenbauten, zumal Angesichts der so verschiedenen, von ihnen bewährten Standfähigkeit, geboten.

---

*) Bei einer naturgemässen Entwickelung wäre aus dem in Betreff seiner Schenkel richtig angeordneten Bogen die Kuppel als Gewölbe, nicht das Kreuzgewölbe entstanden.

**) Es scheint selbstverständlich, dass der Versuch der Berichtigung falscher Ansichten, welche von einer Zeitung verbreitet wurden, eiligst betrieben wird. Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, ist der Redaction der d. B. Kenntniss von den in No. 56 ihrer Zeitung enthaltenen Irrthümer gegeben worden, durch die Mittheilung des Obigen ad Fig. 1 bis 5 Gesagten, jedoch erfolgte die Antwort: „mit dem ergebensten Bemerken remittirt, dass es uns für mehre Monate hinaus an dem nöthigen Raum gebricht, die Mittheilung aufzunehmen. 12./9. 77. Red. d. d. Bauz. Bugen.“ Es geht hieraus wohl hervor, dass diese Red. einer Fachzeitung anderer Ansicht zu sein scheint, als die Redactionen politischer Tagesblätter. —

Letztere, mittelst Anwendung der Bruchfestigkeit, eigentlich nur bis zu einer Stufe entwickelt, welche den Ausdruck „Bauten“ in dem bei uns üblichen Sinne thatsächlich gar nicht gestattet, da die grossen griechischen Heiligthümer nur umfriedeten Höfen vergleichbar sind, konnten ihre bis zur höchsten Form-Vollendung ausgebildeten Hallen-Mauern nur durch Anwendung einer, nach üblicher Ausdrucksweise, ausgesucht edlen Gebirgsart, des Marmors, eines Steins von so ausgezeichneter Gleichartigkeit erlangen, dass, selbst wenn deren auf die Bruchfestigkeit sich stützende Bauweise die Errichtung von Gebäuden in unserem Sinne, von mit Stein weitere Räume überdeckenden Bauten gestattet haben würde, die Ausdehnung dieser trotz des monumentalen Baustoffs so hinfälligen Bauwerke schon deshalb auf weitere Gebiete unmöglich geworden sein würde, weil dieser edle Baustoff in ausreichendem Maasse fehlte. — Die Steinbalken, deren die Griechen bedurften, zu finden, war gleichsam Glücksache, war fast Sache des Zufalls zu nennen. Wer hat nicht schon, wenn er grössere Bauausführungen zu bewirken hatte, die Erfahrung gemacht, dass eine 4—5^{m} lange, vom Steinmetz mit aller Vorsicht fertig gestellte Stufe im Augenblick der Verlegung brach, und vielleicht ganz unbrauchbar wurde?! Von Rechnung und Berechnung, von Vorausbestimmung der Abmessungen kann bei Anwendung der Bruchfestigkeit kaum die Rede sein.

Rückblick auf Griechen- und Römerbauten, betreffs ihrer Standfähigkeit. Griechenbauten verdienen den Namen „Bauten“ in unserem Sinne, nicht. Griechenbauten, nur mittelst der edelsten Gesteinsart möglich, daher an und für sich beschränkte Verwendung: Bruchfestigkeit unzuverlässig, kaum bestimmbar.]

Dem gegenüber wird die Reihenfolge der Gesteinsarten, wie sie den Erfordernissen der die Druckfestigkeit ausnutzenden Römerbauten genügten, einer Beachtung nach der Seite hin, um so mehr werth sein, dass, je weiter die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit des Steins, entweder in gradliniger geneigter und einfach gekrümmter, oder in mehrfach gekrümmter Richtung gehen, in um so reichlicherem Maasse die Natur die Mittel zur Befriedigung dieser Ansprüche zur Verfügung stellt. Sucht und benutzt man für den einfach gekrümmten Steinbogen noch grössere Stücke zu erlangen, wenn schon dieselben durch eine weite Kluft verschieden sind von der Gleichmässigkeit und Gleichheit, welche für Steinbalken nothwendiges Erforderniss, da schon die Nothwendigkeit anwachsender Schenkel des richtig angeordneten Bogens auf Ungleichheit hinweisst, so verschwindet jede Rücksicht auf irgend welche Gleichheit der Grösse, auf Gestalt und Ausdehnung bei der höchsten Ausnutzung der Druckfestigkeit in den sich allseitig stützenden Theilen eines Gewölbes der Art, dass hier eigentlich nicht Stein, sondern Gesteinsbrocken, wie die Römer in wohlerhaltenen Vorbildern meisterhaft bewiesen haben, ihre ausgiebigste Anwendung finden.

Römerbauten, mit schlechterem und werthlosestem Stein, möglich, daher ausgedehnte Verwendung. Je mehr die Druckfestigkeit ausgenutzt wird, entweder in einer Richtung oder allseitig, desto schlechterer, unregelmässiger Stein genügt.

Bei dem auf Bruchfestigkeit beanspruchten Stein ist es fast eine Sache des Zufalls zu nennen, wenn er seine Schuldigkeit thut. Bei dem mittelst der ungleich zuverlässigern Druckfestigkeit verwendeten Stein ists Nothwendigkeit, seine Pflicht zu erfüllen. Die dem Bauwerk und seinen Theilen zu gebenden Abmessungen sind bei Anwendung der Druckfestigkeit genau zu berechnen und zu bestimmen und nicht das allein; es ist z. B. bei einem Steinbogen, dessen Druckfestigkeit bestimmt ist, der Fall, dass er gar keine wahrnehmbare Senkung macht, so wie die Grösse der Senkung, bei einer Zunahme des Anspruchs an die Druckfestigkeit im Voraus zu bestimmen.

Druckfestigkeit zuverlässig; Abmessungen im Voraus bestimmbar.

Man denke, um die Richtigkeit des Gesagten zu prüfen, sich die Aufgabe gestellt, wie sie die Römer ja vielfach gelöst haben, einen, etwa annähernd cubisch gestalteten Raum von 15—20^{m} Seite mittelst der Bruchfestigkeit des Steins zu überdecken und man sieht, dass man mittelst Bergen des edelsten, gleichartigsten Marmors die Aufgabe, für menschliche Zwecke nutzbar, nicht würde lösen können, und dass, wenn man sie etwa in der Bauweise der Pyramiden sich gelöst dächte, die Raummenge des Baustoffs die des nutzbaren Raums erheblich überflügeln würde.

Das umgekehrte Verhältniss tritt bis zu sehr weiten Grenzen, welche zu denken keinem der Leser ohne Weiteres möglich sein dürfte, und welche die angegebenen Maasse 15—20^{m} weit hinter sich lassen, unter Anwendung vergleichsweise sehr geringwerthiger Steinsorten mittelst der Druckfestigkeit ein. Es würde unbegreiflich erscheinen, wie Tausende und aber Tausende von Fachleuten der ganzen civilisirten Welt durch eine so lange Reihe von Jahren, unter Benutzung

Bruchfestigkeit nichts desto weniger, bis heut, noch öfter bei Nutzbauten, unter grosser Verschwendung verwendet.

der Bruchfestigkeit des Steines im Gebiet der Zweckmässigkeitsbauten, so gewaltige Summen haben verschwenden können, wie in der That geschehen ist und noch heut geschieht, wenn nicht die so eben erörterte auffällige Thatsache vor unsern Augen stünde, dass Jahrhunderte lang von einem edlen, gebildeten Volke, nur die Bruchfestigkeit verwerthet wurde.

Für diese Thatsache giebt es einen Entschuldigungsgrund und einen Erklärung; die Griechen hinderte die Form, die Verehrung der Schönheit, welche das Erbtheil der graden Linie ist.

Für die Zweckmässigkeitsbauten fällt diese Entschuldigung und diese Erklärung, und mit ihr gleichzeitig die Langweiligkeit, welche ebenfalls das Erbtheil der graden Linie ist.

Verschiedener Stein kann für Bögen und Gewölbe, für den einen Fall mehr als für den andern tauglich sein.

Nochmals rückkehrend zu den Gesteinsarten für Bögen und Gewölbe, leuchtet aus der Begriffserklärung dieser Körper, wie aus dem Begriff „Mauerwerk" ein, dass, sehr wohl Steine, welche für den einen von beiden Zwecken, z. B. für das auf höherer Entwickelungsstufe stehende Gewölbe alle Eigenschaften der Tauglichkeit haben, selbige für die tiefere Entwickelungstufe des Bogens in vielleicht viel geringerem Grade haben, und dass dort für das Höherstehende zweckmässig sein kann, was hier für das Tieferstehende unzweckmässig ist; ebenso umgekehrt. — Es kann also durch eine unpassende Wahl des Steins eine recht arge Verschwendung eintreten, da keineswegs der dem Geldwerthe nach höchst stehende Steine nach dem hier einzig und allein anzulegenden Maasstab den meisten Werth hat.

Ist vorhin der Ausgiebigkeit der Mittel gedacht, welche die Natur für die Verwerthung druckfest zu beanspruchenden Stein's in Bögen und Gewölben zur Verfügung stellt, um dadurch hinzuweisen auf die Möglichkeit ihrer Verwendung auf weiten Flächen der bewohnten, den Culturaufgaben dienstbaren Erde, so ist nicht unerwähnt zu lassen, dass der Mensch, der von der Natur zu lernen hat, wenn er von ihr gelernt, durch Anwendung seines Verstandes und seiner von Geschlecht zu Geschlecht ererbten und gemehrten Einsicht oft im Stande ist, die Hilfsmittel deren er bedarf, in einer für seine Zwecke noch vollständiger genügenden Weise sich zu beschaffen, als solche die Natur ihm bietet, und es stehen ihm deshalb viel ausgedehntere, als die lediglich von der Natur gebotenen Mittel, zur Verfügung, welche er allerdings, mangelnden Verständnisses halber, oft längere Zeit unzweckmässig verwerthet und verwendet. Wer würde nicht sofort der Ziegel als passend für Bögen sich erinnern, welche also die Anwendung des Bogens auf grossen Ebenen, welchen die Natur dem Steine versagt hat, ermöglicht.

Nur geringer Ueberlegung wird es jedoch bedürfen, um die Unzweckmässigkeit der eine lange Zeit, unter völliger Verkehrtheit der Anschauungen so hoch geschätzten Hohlsteine für Herstellung von Bögen und Gewölben erkennen zu lassen, und zu erwähnen ist daher das Verdienst dessen,*) welcher im Kreise gleichzeitig künstlerisch und wissenschaftlich gebildeter Männer, im Architekten-Verein Berlins, wohl zuerst die Untauglichkeit der Hohlsteine für Wölbzwecke, wenn schon leider nur unter Angabe handwerksmässiger Gründe, hervorgehoben hat. Mit dieser Verurtheilung soll natürlich ihre Tauglichkeit für viele andere Zwecke der Verwendung in lothrechter Mauer, woselbst nicht gegenseitiges, sondern nur einseitiges Stützen Statt, nicht angefochten sein. — Der dem Hohlstein gegenüberstehende poröse Steine kann dagegen, wenn Leichtigkeit und Festigkeit sich paart, ein sehr empfehlenswerther Baustoff für Gewölbe sein.

Hohlsteine unzweckmässig für Gewölbe.

Jedoch auch noch in einer anderen Richtung, nämlich in Bezug auf die grössere Standfähigkeit, ihre grössere Unwandelbarkeit gegen allerlei Erschütterungen, sei es durch Naturereignisse, sei es durch die Gewalten, welche der Mensch, der Beherrscher der Natur, wirksam werden zu lassen im Stande ist, wird eine Betrachtung der Griechen und Römerbauten, mit Bezugnahme auf ihren Standort, ihren Grundbau belehrend und deshalb der Betrachtung werth,

*) Geheimen Baurath Giersberg in Berlin.

denn von der Herrlichkeit der grossen griechischen Heiligthümer soll Kunde bis auf unsere Tage in seiner Erscheinung Ursprünglichkeit nur gelangen lassen, der inmitten einer fieberzeugenden, als Wohnstätte der Menschen unbrauchbaren Einöde, in der Mitte weit versumpfter Gegenden auf einer künstlich durch Kohlen- und Aschenschüttung tauglich gemachten Baustelle errichtete Tempel zu Pästum; während zahlreiche an den verschiedensten Orten erhaltene Römerbauten, über deren Grösse und Ausführungsweise eingehende Untersuchungen und dankenswerthe Mittheilungen durch Geheim-Oberbaurath Salzenberg (vergl. Zeitschrift für Bauwesen Jahrgg. 1857, Seite 424) u. A. veröffentlicht sind, Kunde von der ungleich grössern, mittelst Benutzung der Druckfestigkeit des Steins entstandenen Stärke geben, deren Erbauer dieselben errichteten, da wo sie nöthig, wo ihre Herstellung Bedürfniss war, gleichviel ob ihr Grundgemäuer den von den zeitweis durch Ausbrüche verzehrender Feuer besonders stark erschütterten Felsboden der Erdrinde berührte, oder ob es von den ewig nagenden Wellen bespült wurde. — Sie kannten vielleicht, achteten aber die Besorgniss nicht, von welcher, nach Ansicht der Forscher, die Erbauer des Pästanischen Heiligthums erfüllt und durchdrungen, es vorzogen, ihr Werk, um ihm Erhaltung zu wahren, mit wahrscheinlich gewaltigen Anstrengungen für Verbesserung der Baustelle, an einem Orte zu errichten, wo in Wüsteneien, Büffel, doch keine Menschen sich gefallen.

Römerbauten ungleich minder als die Griechbauten durch Erderschütterungen zerstört.

Um hiervon für Gegenwart und Zukunft zu ernen, ist nicht zu übersehen, dass ein den statischen Anforderungen entsprechender Bogen, wie früher schon angedeutet, anwachsende Schenkel hat, während die Römerbauten, wie nachgewiesen, in Folge der Halbkreisverwendung dem Bogen ein und dieselbe fehlerhafte, gleichmässige Stärke gaben. Von den Gewölben gilt ebenfalls das Anwachsen der Masse vom Schluss zum Fuss. — Die häufig eintretenden, unerwünschten Bewegungen derartig fehlerhaft angeordneter Bauten führten zu der Anwendung der Hintermauerungen, dieser oft gewaltigen und (vergl. Fig. 6^1, 6^a, 6^b) den Bogen an Masse oft weit überragenden Mauerwerkskörper, welche nur als Last wirksam waren und nur wirksam sein sollten, um den unliebsamen Bogenbewegungen entgegen zu arbeiten.

Römerbauten trotz der unzweckmässigen Massenvertheilung und der hohen Lage des Massenschwerpunkts widerstandsfähig gegen Erdbebenerschütterungen.

Somit entstehen Bauten, welche im Fuss eine ungleich geringere Sicherheit als in ihren obersten Theilen haben, oder was dasselbe ist, bei welchen die Druckfestigkeit des Steins im untern Theil sehr viel mehr, als im obern beansprucht wird.

Es erhellt nun ferner, dass ein auf einzelnen Pfeilern stehender Bau, bei welchem der Schwerpunkt der Masse sehr hoch liegt, bei etwaigen Schwankungen, mögen sie durch Gewalten von unten herauf oder von oben herab ihre Ursache empfangen, um so mehr leidet, je höher der Schwerpunkt liegt, während sein Bestehen um so minder gefährdet ist, je mehr er durch eine, richtigen Anschauungen entsprechende Massenvertheilung ausgezeichnet ist und daher desto tiefer belegenen Massenschwerpunkt hat. [Vergl. Fig 6_2 und Fig. 19, welche letztere in 2 Fassungen dasselbe Bauwerk und zwar durch stark ausgezogene Linien, wie durch o . . . o . . . o . . . eingerahmte Flächen darstellt. Letztere gilt für 60^m gleichmässiger Druckfestigkeit und Felsgrund, — also überall gleichbleibende Druckfestigkeit —; die erstere dagegen für 60^m Druckfestigkeit, welche für einen Baugrund von nur $= 30^m$ Druckfestigkeit, sich in den Flächen:

a von 60—56^m Druckfestigkeit
b „ 56—52^m „
c „ 52—48^m „
d „ 48—44^m „
e „ 44—40^m „
f „ 40—36^m „
g „ 36—33^m „
h „ 33—30^m „

verringert; ebenso vergl. auch Fig. 20. Von diesen betreffen Fig. 6_2 und 19 Bogenbau, Fig. 20

dagegen verdeutlicht den im Brückenbauwesen nur selten und ausnahmsweise vorkommenden Gewölbebau.

Irrthümliche Anschauungen, und Schlussfolgerungen über die Widerstandsfähigkeit der Römerbauten.

Der um die Erforschung und Kenntniss alter Bauwerke, heimischer wie fremder, seit vielen Jahren hochverdiente Geheime Baurath Adler in Berlin leitete, im Kreise seiner Fachgenossen, im Architekten-Verein Berlins, vor wenig Jahren noch, aus dieser Stärke und Massenhaftigkeit, welche in den oberen Theilen der Römer-Bauten, nothgedrungener Weise leider vorhanden sein musste, aus der Dicke der Gewölbe bis zu ihrem Schluss hinauf, in derjenigen überzeugenden Weise, welche beredte Schilderungen zu geben, das ist, der Einbildungskraft den Verstand über die Herrschaft abzuringen vermögen, die bewundernswerthe Widerstandsfähigkeit der Römerbauten ab. Das Bewundernswerthe werde zugegeben, aber nicht, weil diese, sondern trotzdem diese Massenhaftigkeit in den obern Theilen vorhanden ist, — so hätte Adlers Begründung seiner begeisternden Darlegung wohl lauten müssen — haben diese Römerbauten ihre Standfähigkeit bewiesen, und er hätte damit einem weit verbreiteten, im Kreise ungebildeter, wie gebildeter Fachmänner und Laien vorhandenen Wahn entgegen treten können, dessen Widersinn und Verbreitung er gemehrt hat, da sehr allgemein der Glaube ist, das eine bedeutende obere Belastung der Bogen und Gewölbe überhaupt zu deren Lebensbedingung gehört, oder, wie man sich auszudrücken liebt, zu ihrer Standfähigkeit nöthig ist. Durch Adler ist somit, ein Beweis mehr, wenn schon wider seinen Willen, geliefert, dass aus richtigen Anordnungen und richtigen Vertheilungen der Mauermassen entsprossene, aus der Druckfestigkeit des Steins erstandene Bauten, eine Widerstandsfähigkeit gegen gewaltsame Erschütterungen haben, wie sie, da solche Erschütterungen minder gut angeordneten ähnlichen Bauten seit mehr denn einem Jahrtausend Spuren der Zerstörung beizubringen nicht vermochten, irgend welch andre Bauten nicht haben dürften. Wenn weiter, in ganz andern Gegenden, im fernen deutschen Norden, an den Gestaden der Ostsee, zwar nicht ein Jahrtausend, so doch sicher viele Jahrhunderte alte Bauten, mit mittelalterlicher Bauthätigkeit entsprossenen, daher keineswegs sehr massenhaft, wohl aber recht wenig zweckmässig angeordneten Gewölben, vielleicht bestehend seit der Zeit des grossen pontifex Copernicus,*) welcher die Wege himmlischer Gestirne verfolgend, den irdischen Wassern, zum Nutzen der Menschen andere, als die ihnen von der Natur vorgezeichneten Wege wies, den tagtäglichen Erschütterungen der durch dienstbar gemachte Wasserkraft betriebenen Mühlwerke ausgesetzt, wie die Steine erzählen, keinerlei Schaden durch diese Erschütterungen gelitten haben, so ist das ein fernerer und noch vollgültigerer Beweis für die Unveränderlichkeit und die Ewigkeit derartiger Steinbauten.

Widerstandsfähigkeit ähnlicher Bauten im Norden gegen tägliche Erschütterungen.

Lernt man von den Meistern einer handwerksmässigen, und soweit ihr Begriffsvermögen, nur durch Lehrer Verstand und Lehrerin Natur unterstützt, reichte, übrigens von grosser Ueberlegung zeigender Ausführung der Römerbauten den Gebrauch und die Verwendung, die passende Auswahl der Baustoffe, und ersetzt deren unzweckmässige Massenvertheilung durch eine den statischen Anforderungen besser entsprechende, so beweisst ein Theil neuerer ähnlichen gewerblichen Zwecken dienenden Stein-Bauten, deren Abmessungen entsprechend einer Druckfestigkeit von höchstens 50^m, bei einer theils sehr bedeutenden beweglichen Belastung bis 3500^k pro $\square^m$ (wie solche überhaupt selten vorkommt, und niemals in den Römerbauten vorgekommen sein dürfte, bei Brückenbauten nie vorkommen sollte, und, ohne dem Urtheil des Lesers vorzugreifen, nie, wenn sie vorkommt **), gerechtfertigt erscheint), bestimmt worden sind, dass man sie ohne

---

*) Zahlreiche Wasserleitungen Preussens in Frauenburg, dem Sitz des Bischofs, in Königsberg, welches einer solchen den Schlossteich, als eine seiner schönsten Zierde zu danken hat, in Danzig, Dirschau u. s. w. werden auf Copernik oder sein Beispiel zurückgeführt.

**) Ausnahmsweise 47 und 55 pro lfd.^{m} Brückenbahn bezeichnete kürzlich ein Berichterstatter als eine ganz aussergewöhnlich hohe Probelast einer bairischen Eisenbahnbrücke für ein Geleis. — Für 4^m Breite einer eingeleissigen

Bedenken erheblichen Erschütterungen aussetzen kann, wie solche hier*) durch das Herüberrollen von Baumstämmen, von zu grossen Haufen aufgeschichteten und behufs Reinigung durch Wasser hin und wieder gewürfelten Spath-Gesteinen u. d. gl. entstehen, und, — hier dürfte das ganze Gewicht, das Ueberwiegende dieser Bauweise, jeder andern, bisher bekannten gegenüber, mit nicht mehr zu verkennender noch zu verhüllender Deutlichkeit ins Bewusstsein treten — hier erscheint die besondere Befähigung derselben in Gebiet des Brückenbaues — selbst wenn Erdbeben oder irgend welche andere Erschütterungen den Felsboden zertrümmert, selbst wenn reissender Ströme Fluthen oder schaumspritzende Meerwellen das zertrümmerte Gestein, oder gleichviel welche andere bislang als fest und zuverlässig befundenen Baugrund, unter einem grossen Theil eines derartigen Bauwerks hinweggerissen, seine Lebensfähigkeit würde sich dann noch erweisen, wenn Bauten jeder andern Gattung, mit Hülfe des Eisens oder Holzes errichtet, in ähnlicher Weise der senkrechten Unterstützung ihrer Theile beraubt, längst zusammengestürzt sein würden; denn, wie wissenschaftlich längst bewiesen, wie die bereits zu Fig 1 bis 5 gegebenen Erläuterungen gelehrt, wie die Bauten 11a und 11b es sprechend erzählen, wie es ferner die Naturereignisse in Sturzbäche zeugenden Wolkenbrüchen bei Heidesheim auch den nur mit körperlichen Augen Sehenden enthüllt haben könnten, wie endlich die Fig. 12 bis 15 in einer Reihenfolge, Fig. 16—18 in einer andern es zeigen. „Der Bogen, weil das Gesetz seiner Entstehung sich auch auf das ihn stützende Erdreich erstreckt, weil sein Druck sich nicht senkrecht, sondern in einer der Lothrechten sich zwar fortgesetzt nähernden, sie aber nie erreichenden Richtung fortgepflanzt, bedarf der unmittelbar senkrechten Unterstützung seiner, die Nutzöffnung bildenden, Theile, nicht."

Um sogrössere Widerstandsfähigkeit richtig angeordneter Bögen- und Gewölbebauten gegen Erschütterungen.

Besondere Befähigung derselben für Brückenbauten.

Die Bogenbrücke bedarf, weil die Druckfläche sich zwar der senkrechten immer mehr nähert, sie aber nie erreicht, weniger als irgend ein Eisen- oder Holzbau der senkrechten Unterstützung.

Der weite Weg, welcher durchlaufen werden musste, um an dieses Ziel zu gelangen, war um der Wichtigkeit des Zweckswillen, unvermeidlich, denn die fehlende Kenntniss des eben Ermittelten möchte wohl die Ursache sein, dass täglich eine grosse Anzahl unzweckmässiger Bauten entstehen, bestehende aber oft, durch Häufung der beim Entwurf derselben gemachten Fehler, verschlechtert, oft genug dem Zweck ihres Daseins immer mehr und mehr entrückt, für denselben untauglicher gemacht werden. Für den ersteren Fall werden sehr bald ganze Reihen von ausgeführten, bez. in Ausführung begriffenen Bogenbrücken als Beweise auftreten. Für den letztern Fall soll ein besonders lehrreiches Beispiel, der Provinz Sachsen entnommen, vielleicht in einem spätern Abschnitt folgen, lehrreich um deswillen, weil es zeigt, wie ganze Geschlechter hindurch seit Entstehung des Bauwerks vor etwa 60 Jahren,**) die mit der Verwaltung beauftragten Personen, deren Antheil mindestens auf die Staffel zweier Instanzen sich vertheilt, den Weg der aus dem einmal betretenen Irrgarten herausführt, zu finden nicht vermocht, sondern von Jahrzehend zu Jahrzehend das für die Abführung des Wassers insbesondere der Hochwasser bestimmte Bauwerk von Stufe zu Stufe mit nahmhaften Kosten grösserer Untauglichkeit entgegengeführt, d. h. den Wasserabfluss mehr und mehr gehemmt haben. Fast noch schlimmere Beispiele ähnlicher Verwirrung zeigt das Reichsland Elsass nicht ein- sondern vielfach.***)

Nach diesen zur Klärung der Ansichten nothwendigen Erörterungen werden zur Ermittelung der Neubauten und ihrer Kosten Eintheilungen derselben theils geboten, theils zweckmässig sein. Gebotene Abtheilungen sind also, wie schon bekannt, weil verschiedenen Begriffen unter-

---

Bahn giebt das 1000 bis 1250^{k} pro $\square^{m}$. — Hochüberschüttete Brücken haben viel grössere Lasten; aber eben solche sollten nicht vorkommen; siehe später.

*) Deutsche Bauzeitung Nro. 53, Jhrgg. 1877 berichtet von den gewölbten Decken einer Spathmühle (gleichzeitig Schneidemühle) in Gotha: von eben solchen einer Eisengieserei & Maschinenbauanstalt.

**) Mehrbogige Brücke, bald nach den Freiheitskriegen erbaut.

***) Einsturz der Döllerbrücke am 13. März 1876.

Gewölbte Brücken, in bisher üblicher Weise gebraucht, ein ganz unpassender Ausdruck, wird vermieden, und wird: Bogenbrücke als gleichbedeutend mit Steinbogenbrücke gewählt.

worfen, einbogige und mehrbogige Brücken, und können in beiden Abtheilungen, als besondere Fälle, gewölbte Brücken auftreten, welcher letztere im Allgemeinen bisher für die hier in Rede stehenden Bauten, übliche Ausdruck, als ungeeignet, als nicht bezeichnend, für alle diejenigen Brücken vermieden und verworfen wird, bei welchen das gegenseitige Stützen der zwischen lothrechten Begränzungsflächen belegenen Theile nur in einer Richtung, und zwar, wie kaum zu sagen nöthig sein dürfte, in einer den meist parallel belegenen Begränzungsflächen gleichen Richtung, Statt hat.

Es wird unschwer zugegeben werden, dass jeder Stoff seine besondere Verwendungsweise hat, in welcher seine Leistung die grösseste wird, und welche auch an eine besondere Form geknüpft ist. Die Form ist für den Stein, insbesondere für den von der Natur gelieferten Stein in seiner weit aus grössesten Verbreitung der Bogen, und wenn daher, wie schon vorhin erwähnt ist, Bogenbrücke (für 1 Oeffnung), Zwei- und Mehrbogenbrücke (für 2 oder mehr Oeffnungen), unter Vernachlässigung besonderer Erwähnung der Stoffe, aus welchen diese Brücken hergestellt werden, gesagt wird, so ist diese kürzeste Ausdrucksweise eine naturgemässe daher die berechtigste, welche nichts Ueberflüssiges bietet und nichts Wichtiges verschweigt, da, z. B. bei Betrachtung von Brücken, bei welchen man sich ebenfalls des Holzes, in Bogenform verwendet, bediente, der Nachweis geführt werden könnte, dass diese Form für Holz eine unberechtigte, d. h. die grössten Leistungen, welche das Holz zu erfüllen vermag, nicht ausnutzende, dass hier also die Bogenform Verschwendung ist.

Weshalb ist für den von Natur gelieferten Stein, für Granit, Grauwacke, für Basalt, Sandstein, Kalkstein und viele Andere, mit zahllosen Unterabtheilungen der Festigkeit, oft in ein und demselben Bruch*) vorkommende Steine die Bogenform eine besonders zweckmässige, oder weshalb sind diese Steine für Ausführung von Bögen, von Bogenbrücken besonders geeignet?

Die Antwort erstreckt sich nach 2 Seiten, erfasst 2 ganz verschiedene Gesichtspunkte und die von ihnen aus wahrnehmbaren Eigenschaften des Steins, welche wie schon errathen wird, a. die Druckfestigkeit, b. die Dauer und damit Zusammenhängendes betreffen, mögen daher hier einer nähern Erörterung unterzogen werden.

In Betreff beider ist bekannt, dass sie zu den hervorragenden Eigenschaften des Steins zählen, doch ist:

---

*) Beispielsweise bricht zu Mühlhausen in Thüringen in ein und demselben Bruch ein Kalkstein von höchst verschiedener Druckfestigkeit. Diese verschieden druckfesten Steine ein und desselben Bruches befähigen die Gegend, welcher sie angehören, ganz besonders zur Anwendung gewölbter Bauten und viele mittelalterliche Bauwerke, der Gottesverehrung und dem Schutze der Heimath gewidmet, geben Kunde von dem Verständniss, welches die Erbauer derselben hatten und von der Nutzanwendung, welche sie diesem Geschenk der Natur abzugewinnen wussten. — Aber so sehr ist dies Verständniss verloren gegangen, dass als im Laufe dieses Jahrzehends ein Bauunternehmer in Mühlhausen Maurermeister Schäfer einen Gewölbebau, bei welchem die höchste beanspruchte Druckfestigkeit 50 m war, behufs baupolizeilichen Genehmigung vorlegte, diese versagt, und, im Falle der dennoch beabsichtigten Verfolgung des Plans, allerlei zur Vermehrung der Sicherheit durchaus nutzlose Maasnahmen z. B. eiserne Klammern vorgeschrieben wurden. Dank der freien Bewegung, welche in Folge der Städteordnung die Ansicht eines Bürgers in manchen Städten sich verschaffen kann, und Dank dem Gewichte, welches er seiner Meinung zu geben mitunter im Stande ist, wurde der Bau, unverändert dem Entwurfe gemäss, unter polizeilicher Zulassung, indem der Stadtbaubeamte seinen Rücken dadurch deckte, dass er die Baupolizeizeichnungen nicht unterschrieb, durch den auf einer Baugewerkschule gebildeten, Schäfer mit Mühlhauser Kalkstein zu Ende geführt. Der Um- und Einsicht, sowie der Thatkraft des Unternehmers gereicht dies zu um so grösserer Ehre, als der Baugrund ein höchst ungleichartiger, und auf der beschränkten, dreiseitig von vorhandenen Bauwerken umgebenen Baustelle, erst während der Bauausführung in Bezug auf seine Druckfestigkeit zu prüfender, war. Alle Schwierigkeiten, welche seine ungleiche Festigkeit, wie Tiefe bot, wurden von Schäfer, unter Verwerfung des auf demselben Grundstück, wenige Jahre zuvor, angewendeten und keineswegs zuverlässig zu benennenden, noch in diesem Falle zuverlässig befundenen Pfahlrostes, lediglich mittelst des für alle Gründungsarbeiten vorzugsweise geeigneten Betons sicher überwunden.

a. Die Druckfestigkeit des Steins, eine äusserst einfach zu prüfende und z. B. bei der in Fig. 11b erwähnten Bogenbrücke durch den Bauführer mittelst eines als einarmigen Hebels ausgerüsteten langen Balkens untersuchte Eigenschaft. Sie ist aber nicht nur in den aus ein und demselben Steinbruch zu gewinnenden Gestein, oft eine äusserst verschiedene, sondern sie ist auch bei ein und demselben Stein, je nach der Gattung zu welcher er gehört, oft eine sehr ungleiche.*) Während es vielleicht Steine geben mag, bei welchen sie nach den drei Raumesrichtungen durchaus dieselbe oder eine annähernd sehr gleiche Grösse hat, ist das bei andern Gattungen durchaus nicht der Fall. Ganz deutlich ist z. B. bei dem durch seine Druckfestigkeit sehr ausgezeichneten Säulenbasalt eine Festigkeitsminderung in senkrechter Richtung zur Säulenachse, entweder überall, oder doch in vielen Fällen wahrnehmbar, und während das Auge des mit der Aufstellung des Entwurfs und der Oberleitung eines Brückenbaus beschäftigten Pontifex vielleicht Nichts, oder nach erfolgtem Hinweis durch einen Steinarbeiter nur mit Mühe und Anstrengung ein Etwas an Unterschiedlichen in der äusern Erscheinung des verbrauchten Sandsteins, Kalksteins erkannt haben mag, ist anzunehmen, dass die Spitzhaue und Meissel führenden, mit Hammer und Mauerkelle beschäftigten zur Gestaltung seines Werkes berufenen Kräfte, ihn vielleicht sämmtlich, jeder Einzelne für sich, in dieser Beziehung übertreffen und dass diese da mit aller Sicherheit eine Schichtung erkannt haben mögen, wo jener sie nur, nachdem er darauf aufmerksam gemacht, mit Mühe und Anstrengung erkannte. Das sollte ihm gleichzeitig die Lehre geben, dass es mit all seinem Wissen, mit all seiner Gelehrtheit um des Werkes Vollendung schlimm bestellt sein, dass mit all seiner Aufsicht, viel weniger als er bislang wohl denken mochte, zu erreichen sein würde, wenn nicht vernünftige Wesen ihm hülfreich zur Seite ständen, welche auf allen Stufen der Werkthätigkeit ein Jeglicher auf seiner Stufe, besser als er selbst vermöchte, seine Aufgabe erfüllte. Sollte hieraus nicht die Mahnung erwachsen [die in so auffälliger Weise öfter und auch in später zu erörternden Mittheilungen vermisst wird] der erkannten vollkommensten Massenordnung der Bauwerke beim Entwurf die grösseste Sorge angedeihen zu lassen? Sollte ein gut angeordnetes Bauwerk nicht immer in höherem Grade als ein minder gut angeordnetes, der Aufsicht entbehren können?

Druckfestigkeit ist sehr verschieden in ein und demselben Stein, und oft sehr verschieden im Stein ein und desselben Bruchs, ist äusserst leicht zu prüfen, und gleichwerthig druckfestes Gestein kennt jeder Arbeiter nach seiner Schätzung hinreichend genau an äussern Merkmalen.

Während in Sand- und Kalksteinarten [vielleicht in allen sog. klastischen Gesteinen] in der Regel die Schichtung, die Lagerung deutlicher und für Jedermann vielleicht bald kenntlich auftreten mag, scheint sie (gewiss dürften manche Leser gleicher Ansicht sein) in andern und oft sehr festen Gesteinen, Granit u. dgl. ganz zu fehlen. Dennoch kennt der in Arbeiten mit diesen Gesteinen kundige Maurer ganz genau 3 verschiedene feste Richtungen, und der Steinschläger der Chaussee spaltet [um einen solchen mit seinen eigenen Worten reden zu lassen] einen scheinbar durchaus gleichartigen Stein, in der einen Richtung leichter „als Buchenkloben." Er gestaltet in eben dieser Richtung, für den hier in Rede stehenden Zweck, für Bogenmauerwerk nämlich, genügend genaue parallelflächige Körper, oder da häufig sogar 3 zu einander rechtwinklige stufenweis gesteigerte Festigkeiten vorhanden sind, genügend genaue Parallelopipeden aus hartem Gestein leichter, als aus dem bestspaltenden Holz, was er kennt, während er, wenn er in anderer Richtung diesen Stein mit dem wuchtigen Possekel bearbeitete, selbst „mit eines ganzen Tages-Anstrengung" oft seinen Zweck, wäre derselbe nur Zerkleinerung, kaum, und ist er annähernd regelmässige Gestaltung, gar nicht erreichen würde.

Diese Schichtungsverhältnisse und diese, bei richtigem Verständniss, erreichbare Gestaltungsfähigkeit, der zufolge in einer Richtung oder in 2 Richtungen parallelflächige Körper, behaftet mit der grössesten Druckfestigkeit, in der Richtung senkrecht zu der hauptsächlich deutlich

*) Vortreffliche Untersuchungen sind in dieser Beziehung von Prof. Bauschinger in München mit bayrischen in der Zeitschrift des bayr. Arch, u. Ing. Vereins 1874 enthalten.

ausgesprochenen Schichtung, oder gar ziemlich genau Parallelopipeden, — auf welche es jedoch, wie später gezeigt werden wird, bei Bogenbrücken in der Regel nicht, (bei gewöhnlichen Chausseebrücken von 9m Breite vielleicht zum 100. Theil) sondern nur zu einem kleinen Theil ankömmt — leicht zu bilden sind, und die grosse von 500 bis 5000m reichende, und noch darüber hinausschreitende Druckfestigkeit des natürlichen Gesteins, welches uns Deutschen die Natur gütig gewährt, sind auf der einen Seite die Gründe, welche den Stein für Bogenbrückenbau so hervorragend befähigen. Hat der Mensch durch seine Denkthätigkeit und seine Betriebsamkeit einen Stoff erzeugt, welcher mit gleich geringen Kosten gleiche Druckfestigkeit gewährend, dem Bogenbrückenbau zur Verfügung gestellt wird, so ist nun noch zu fragen, ob diesem Stoff nun auch die andere, in vorliegenden Falle bedeutungsvolle Eigenschaft, zueigen ist, welche unter der Bezeichnung

Dauer des natürlichen Gesteins. Hauptsächlich durch Wasseraufsaugen erfolgt Festigkeitszunahme der Verbindung von Stein und Mörtel.

ad b. Dauer, diejenige hier in Betracht kommende, Vereinigung von Befähigungen bedeuten soll, welcher zufolge der Baustoff eine, so weit unser Wissen reicht, nicht wesentlich abnehmende oder sogar zunehmende Gleichartigkeit der Festigung erlangt, und in sich selbst die Hülfsmittel hat, diese Gleichartigkeit zu erhalten oder fortdauernd durch lange Jahre zu vermehren, allen Einflüssen die durch Veränderungen des Luftkreises entstehen, gegenüber unempfindlich zu sein, oft sogar in dieser Veränderlichkeit die Quelle seiner Festigkeitszunahme zu finden. Diese Vereinigung findet sich bei vielem Feuchtigkeit saugenden natürlichen Gestein, und eben dieses Gestein, in Verbindung mit gewissen Mörteln [aber bei Weitem nicht etwa mit jedem Mörtel *); vergl. Töpfer- und Zieglerzeitung Jahrg. 1877 Seite 269] widersteht, wie seit mehr denn 20 Jahren die Bauten 1, 2, 3 beweisen, ohne jeden andern, als dem in ihm selbst und in der über dem Bogen belegenen Ueberschüttung befindlichen Schutz der zerstörenden Einwirkung, welche in nördlichen Gegenden namentlich dem Frost zugeschrieben werden muss. Es bedarf daher keinerlei andern Schutzes, der, wie Erfahrungen bestätigen, bisweilen bei sehr sorgsamen, wohl überlegten uns auch übrigens durchaus gut gelungenen Bauausführungen, deren Bögen in wenig gut gebrannten oder aus unpassendem Rohstoff gebildeten Ziegeln hingestellt wurden, nicht im Stande gewesen ist, auch in einer sehr viel kürzern Zeit, arges Vergängniss des Bogenmauerwerks sichtbar werden zu lassen — weil die tief innerste Ursach allen Erfolges, die Befähigung jedes Einzelstoffs den ihm zugewiesenen Beruf zu erfüllen, fehlte. —

Es ist hier am Ort zu erwähnen, dass seit der Frist, in welcher die Bauwerke entstanden, von welchen die obenerwähnten Wahrnehmungen gelten, im Ziegelleiwesen Deutschlands und vieler, wo nicht aller andern Länder, eine bedeutende Veränderung eingetreten ist, welche an der Hand der Wissenschaft die Eigenschaften des Ziegels zu erkennen befähigt, welche er mit Bezug auf den Rohstoff, von welchem er gebildet wird, haben wird, nachdem er aus diesem Rohstoff durch Brennen zum Ziegel geworden ist. Dieser von dem deutschen Verein für Fabrikation von Ziegel, Kalk, Gyps, Cement gehegte und gepflegte wohl hauptsächlich auf A. Türrschmidt's, dem wissenschaftlichen Streben zugewendete Bemühungen zurückzuführende Fortschritt, ist eine Folge von der zum Bessern gewendeten Umwälzung dieser Gewerbe, welche von der Erfindung der Hoffmannschen Ringöfen beginnend, den Ziegel in einer Gleichmässigkeit zu brennen gestattet, welche vordem nicht, auch nicht annähernd bekannt war, und welche abgesehen von der Gleichmässigkeit, die ehemals oft einem Drittel eines Gesammtbrandes fehlte [1/3 Schwachbrand, 2/3 Mittel und Hartbrand war ein oft vorkommendes Verhältniss] auch sonst in mehrfacher Hinsicht zur Besserung der Ziegel beigetragen hat, der wenigstens in der Hand einsichtiger, erst seit jener Zeit in Bildung vielfach vorgeschrittenen Gewerbe-Treibender beitragen kann.

Denn bei einsichtigem Betrieb der Ziegelei mittelst gedachter Ringöfen wird aus dem-

*) Siehe Anmerkung auf folgender Seite.

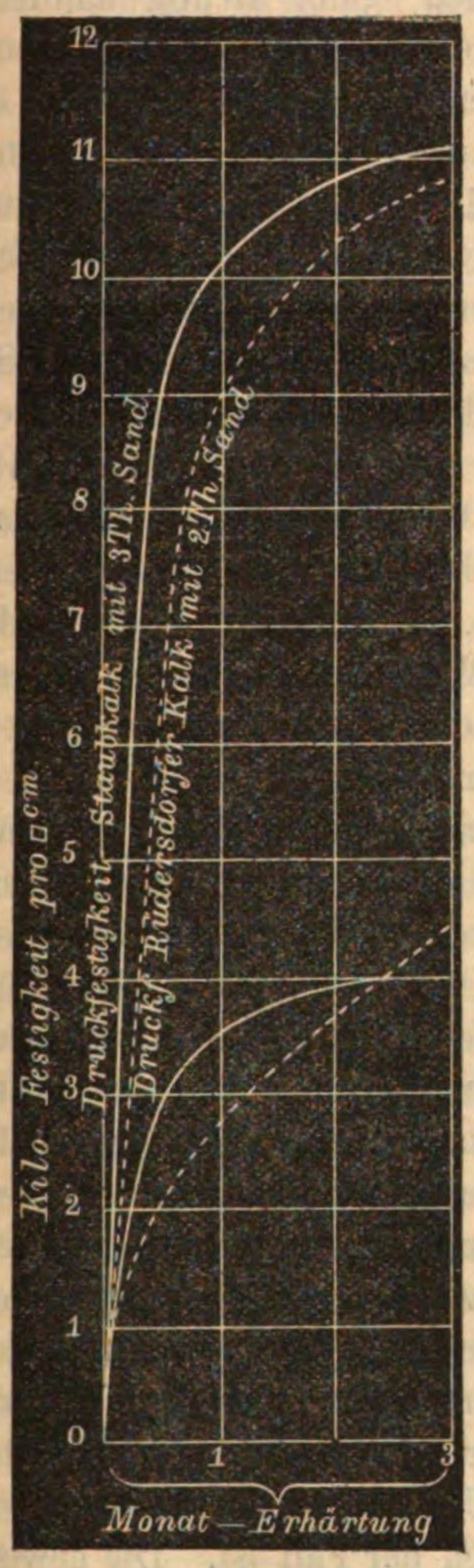
selben Rohstoff ein druckfesterer Ziegel, als z. B. im Felsbrand oder einem zwischen dem Felsbrand und dem Ringofen als Zwischenstufe stehenden Brennverfahren erzielt, und ausserdem wird möglich gemacht, was ehemals auf all diesen ebenerwähnten Abstufungen des Brennverfahrens mit wenigen Ausnahmen unmöglich war. Der Gesammtofeneinsatz kann zu Klinkern gebrannt werden.

---

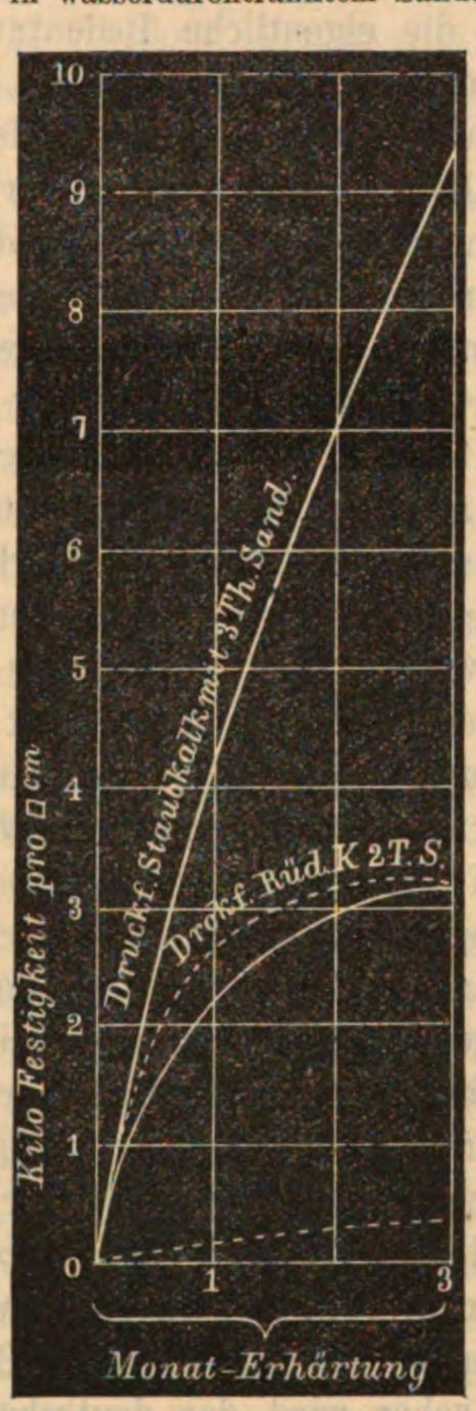
*) **Vergleichende Festigkeitsskalen für Mörtel aus Langenweddinger (Cement) Staubkalk und Rüdersdorfer Kalk für Druckfestigkeiten und nebenbei Zugfestigkeiten** (Töpfer- & Zieglerzeitung Nro. 33. 1877).

Erhärtung

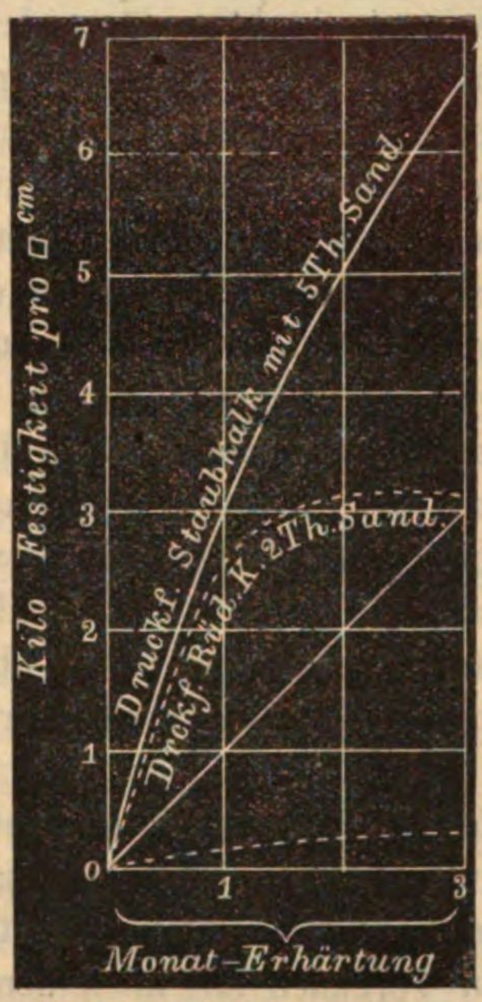
a. an der Luft,



b. in wasserdurchtränktem Sande,



c. wie b in wasserdurchtränktem Sande mit sehr magerem Cementkalkmörtel.



Bem.: Die Druckfestigkeit für Staubkalk von Langenweddingen in verschiedenen Mischungsverhältnissen mit Sand ist mit starken Linien, die Zugfestigkeit mit schwachen Linien, die Druckfestigkeit des Rüdersdorfer Mörtels (1 Theil Kalk, 2 Theile Sand) ist mit stärker punktirten Linien, die Zugfestigkeit mit schwächer punktirten Linien dargestellt.

Die Skalen zeigen, dass das Verhältniss der Druckfestigkeit zur Zugfestigkeit von $^1/_{10}$ bis $^4/_{10}$ schwankt, und daher die für Stein in den meisten Fällen ganz bedeutungslose Zugfestigkeit zu ermitteln, wie leider für Cement üblich geworden, nicht zu empfehlen sein dürfte.

Durch Ungleichmässigkeit des Brandes in ältern Ofenformen kann aber selbst ein aus gutem Rohstoff geformter Ziegel weniger brauchbar, nur für die hier in Rede stehenden Zwecke, kann aus ihm, wenn er gut gebrannt wird, ein unvergänglicher, und bei minder gutem Brand ein bald vergänglicher — daher aus 2 Gründen wenig oder gar nicht tauglicher Baustein werden, indem er sowohl der andernfalls erreichbaren Druckfestigkeit als Dauer ermangelt. — Die Anfertigung des Ziegelbogenmauerwerks wird nur ausserordentlich erleichtert durch den Ersatz der Mauerarbeit von Menschen durch Maschinenarbeit, deren — so viel bekannt — zuerst auf der 15. Versammlung d. Arch. und Ing. in Hamburg für diese Zwecke, Erwähnung geschehen ist; die Anwendung derselben hat sich seit jener Frist in Amerika Anerkennung verschafft, und die d. Bauzeitung bringt von ihr unter dem Namen „mechanischer Maurer“ Kunde aus dem überseeischen Lande (Jahrg. 1875) die eigentliche Bedeutung desselben, ganz richtig dadurch würdigend, dass sie vornämlich diejenigen Arbeiten aufzählt, für welche sie denselben nicht eben geeignet erachtet, für welchen er aber auch wohl nirgends empfohlen ist. Insbesondere ist es aber hier geboten als einen nicht allein berechtigten, sondern als vorzugsweise geeigneten Mörtel für diese Zwecke, den Portlandcementmörtel und insbesondere den Deutschen zu nennen, und ohne die besonders hervorzuhebenden, nach dem Ausspruch eines in Deutschland nicht heimischen Gewerbsgenossen vorzüglichen Leistungen der deutschen Gewerbetreibenden dieser Gattung, deren Erzeugnisse den besten anderer Länder ebenbürtig zur Seite stehen, wie H. Hauenschild-Trifail, einst Preisrichter auf der Wiener Weltausstellung sich ausdrückt, würde es nicht möglich sein, die reichen, aber bis jetzt so äusserst wenig gewürdigten Gaben, welche die Natur unserm Lande verliehen hat, in dem bisher als allgemeinen Durchschnittssatz festgehaltenen Maasstab von 60^{m} Druckfestigkeit auszunutzen und darüber, wie der Leser erkennen wird, weiterhin erheblich hinauszugehen, es würde etwa vielmehr hiervon nur die Hälfte, oft kaum 25—30^{m} Druckfestigkeit Verwendung finden können, und das hiesse mit andern Worten: die Bogenbrücken würden selbst bei sonst übrigens durchaus fachgemässem Entwurf erheblich grössere Kosten verursachen, als sie unter Verwerthung von Portlandcementmörtel beanspruchen.

Richtige Anwendung des Portlandcementmörtels mindert gewöhnlich die Kosten der Brückenbauten bedeutend.

Ein Blick auf Fig. 11a und die vergleichweise grosse Massenhaftigkeit dieses mit nur 25^{m} Druckfestigkeit errichteten Vorläufers seines Geschlechts, und ein Vergleich mit seinem etwa 20 Jahre jüngern, ja ohnehin noch besonderer Erwähnung bedürftigen etwa gleich weit spannenden Stammverwandten Nr. 20, bei welchem die Druckfestigkeit 50^{m} ist, so wie überhaupt ein Vergleich mit allen den bisher besprochenen Bauten, deren Druckfestigkeit 60^{m} ist, wird dies überzeugend lehren, und wenn schon, nun allerdings der Portlandcementmörtel, wegen der Kostspieligkeit des Portlandcements einen namhaften Theil der Gesammtausgaben bildet, so macht doch diese für einen kleinen Theil des Bauwerks sehr grosse Ausgabe, den übrigen grössten Theil des Baues, und somit das Ganze sehr billig. Deshalb wird Deutschland, wenn es aus diesen seinen bis hieher so kostbaren Träumen erwachend, seine Brückenbauer zur Bereicherung seines Wohlstandes thätige Hand anlegen sehen wird, den deutschen Gewerbetreibenden mehr als jenen zu danken haben. Frankreichs Brückenbauer haben schon seit einem halben Jahrhundert zu einer richtigern Erfassung des Begriffs Mauerwerk sich mehr emporgearbeitet, als dies in Deutschland bis zum heutigen Tage, nach einem wahrscheinlich allgemeinen Urtheil des Lesers, welcher den später folgenden Inhalt prüfend verfolgte, mit geringen Ausnahmen der Fall ist. Die gewiss gewaltige Summe, welche Frankreich seit 1816, durch verstandesgemässere Brückenbauten — von welchen deutsche Fachleute mit Bewunderung sprechen — erspart hat, ist in erster Linie, abgesehen von dem Beispiel Perronets im vorigen Jahrhundert als Meister und Lehrer richtig angeordneter Bögen (aber nur solcher!*) dem Erzeuger guten Cements, Vicat dem Aeltern, und seinem sieges-

Frankreich verdankt der richtigen Auffassung des Begriffs Mauerwerk nahmhafte Summen Ersparniss beim Brückenbau.

*) Die französichen Brücken zeigen im Allgemeinen nur in Betreff der Bögen richtige Anordnung.

gewissen Vorgehcn durch Erbauung der weit gespannten Souillacbrücke über die Dordogne zuzuschreiben. — Ihm dankte sein Vaterland bis an sein Lebens Ende. Gewiss erreichte es dadurch nebenher eine grössere Beachtung seines Wirkens, welche ihm, wenn wir lediglich die in das Gebiet des Brückenbaus einschlagenden Leistungen jüngerer und jüngster Zeit in Betracht ziehen, gewiss reiche Früchte getragen hat. Diese näher kennen zu lernen, mag später ein Beispiel dienen.

Vicat der Aeltere wohlverdient.

Da des eben Genannten Verdienst sich allgemein auf die Einführung des Bétonbaus (Mörtelmauerwerks, wegen seiner grössern Mörtelmasse dem Steinmauerwerk gegenüber, dessen Hauptmasse der Stein bildet, zweckmässig genannt) bezieht, und wegen der mehrfachen Bezugnahme von Fachschriften auf die beachtenswerthen Leistungen der deutschen Vorwohler P. C. Fabrik, insbesondere unter Hinweis auf die in Nr. 53 der d. Bauzeitung dargestellte 7 m weite Lenne-Brücke, so ist hier der etwaigen Möglichkeit vorzubeugen, Begriffsverwirrungen zu erzeugen, da wo die Aufgabe vorliegt, bestehende Begriffsverwirrungen zu zerstören, und ist daher hier der Ort, uns auszusprechen:

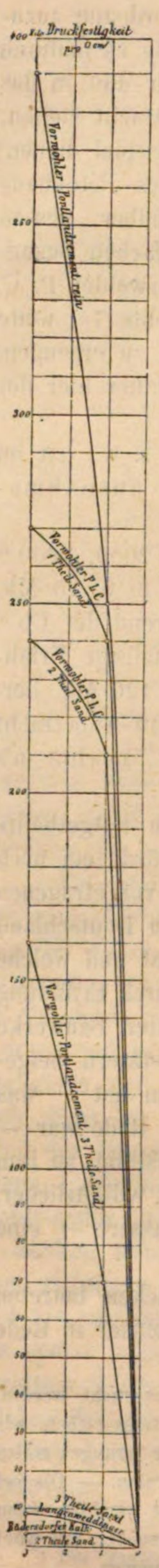
1. Mörtelmauerwerk (Concret, Béton, Stampfmörtel-, Gussmörtelmauerwerk u. s. w.) hat im Brückenbauwesen für Herstellung der Bögen im Allgemeinen gar keine, und nur ausnahmsweise, eine Berechtigung des Bestehens.

Das folgt schon ganz einfach daraus, dass der Cb m Stein von 200, 300, bis 2000, 3000 m und mehr Druckfestigkeit in Deutschland an den allermeisten Orten zum Preise von 6, 9, 10 Mk. in einer für die Herstellung des Bogens brauchbaren Gestalt zu haben ist, während der Cb m Mörtelwerk Béton mit einer Druckfestigkeit von 700, 800, 1000 m *), so weit desfallsige Erfahrungen jetzt reichen, mit 40 bis 60 Mk., von 1500 bis 2000 m vielleicht kaum mit 120 Mk. herstellbar sein würde, und 3000, 4000, 5000 m druckfestes Mörtelwerk, insbesondere in Anbetracht der Kürze der Zeit, welche bei Bauausführungen gewöhnlich zur Verfügung steht, möchte in's Bereich der Hoffnungen jetzt noch zu verweisen sein.

2. Das in Nr. 53 der d. Bauz. unter der Bezeichnung Cementbétonbrücke mitgetheilte Werk ist der Hauptsache und dem Wesen nach eine Bogen-Steinbrücke. Sie würde ein noch billigeres und besseres Bauwerk sein, wenn sie mehr den bei Fig. 1 bis 7 bereits vorgetragenen Grundlehren und der später umständlich zu erörternden Ausführungsart, welche in Deutschland eine 20jährige, fast kostenlose Unterhaltung bereits zu ihrer Empfehlung für sich hat und welche in Frankreich noch mehr Jahre älter ist, entspräche. — Diese Lennebrücke steht durch Erfindung und namentlich durch Art der Ausführung um eine Stufe höher als die mehrerwähnten Bauwerke der Mosel- und Fischbachbahn; die Erkenntniss aber, welche dem Urheber der letztern beigewohnt hat, ist trotzdem eine grössere, richtigere und viel tiefere gewesen, denn ihm hat — was den Querschnitt der Brücken anlangt, von welchem ja bisher ausschliesslich nur die Rede war — nur die Form, wie einst den Griechen die gerade Linie, den Römern die Halbkreislinie, so ihm die Anhänglichkeit an die Kreislinie in verschiedenen Zusammensetzungen durchaus willkürlicher, aber von ihm nicht für willkürlich gehaltenen Art, mit einem Worte, also das Aeussere — eine bessere Verwerthung seiner Erkenntniss gewehrt.

Auf dem Wege vorwärts gehend, welcher beim Entwurf der Moselbahnbrücken betreten ist, wird Deutschland bald im Bau von Steinbrücken, und zwar nicht nur mit den bisher in Rede

*) Nicht genug ist zu beklagen und zu verurtheilen, dass Baustoffe, welche mit Druck beansprucht werden, mit Bezug auf Zugfestigkeit geprüft werden, da jene und diese in gar keinem gleichmässigen Verhältniss stehen, wie die aus den Mittheilungen der Zieglerzeitung No. 33, Jahrg. 1877 entnommenen Skalen darthuen. Die Irrungen sollen durch Festigkeitsprüfungen gehoben werden; durch dergleichen werden oft neue Irrthümer hervorgerufen. — Die bei der später zu besprechenden Pariser Doppelbrücke im Jahre 1847 vorgenommenen Versuche wären fast werthlos, wenn die Druckfestigkeit des Mörtels nicht bekannt wäre, und da diese bekannt ist, so lehren diese Versuche, wie wohl nicht zu bezweifeln ist, ganz deutlich, von wo z. B. die grossen Senkungen anderer Bogenbauten stammen.



stehenden geringen Weiten von 1 bis 7 m, sondern mit 10fach grösseren Weiten (mehr als 50 m weite Bogenbrücken hat das in Betreff tauglichen Steins minder reich als Deutschland begabte Frankreich mehrfach aufzuweisen) eine Stelle einnehmen, welche, weil sie die Lehren der Wissenschaft, die durch die Natur bestätigten Erfahrungen im täglichen Leben verwirklicht, nur gleichartige Leistungen anderer Völker neben sich, höhere aber wahrscheinlich nicht über sich haben kann, es müsste denn sein, dass andere Völker noch über druckfesteres Gestein, über bessere Cemente verfügen. — Letzteres soll nicht zu besorgen sein. — Auf dem Wege hingegen vorwärts gehend, welcher beim Bau der Lennebrücke erkennbar wird, ist von einem gesunden Fortschritt auf der durch die für's Leben dienstbar gemachte Wissenschaft geebneten Strasse keine, sondern nur vom Ersatz einer handwerksmässigen Methode durch eine andere die Rede. Diesen letztern Weg verfolgend, würden unsere Zeitschriften, wie Nr. 53 der d. Bauzeitung 1877 darthut, bald durch Aufzählung einer Menge höchst gleichgültiger Einzelheiten den Reiz der Anregung sehr einbüssen.

Käme es auf dergleichen, käme es auf die Anpreisung von Cementbéton an, so würde aus Frankreich seit 1816 mit der schon genannten, von Vicat, dem Aeltern, zur Unterjochung der Dordogne in Sonillac geschlagenen, als schön gerühmten Brücke, mit dem ca. 500 m langen Wasserleitungsbrücke bei Moret, mit ihrem bis zu $\frac{8_{10}}{35^{0}}$ m weit gespannten, also sehr ansehnlichen, nur in Mörtelwerk von Grund auf bis zur Brüstung aufgeführten, und auch ganz und gar abgesehen vom Baustoff und der Oeffnungsweite durch andere verständige Einzelnheiten bemerkenswerthen Bau, viel überzeugendern Beweis liefern.

Es handelt sich aber um weit Wichtigeres, und weit grössere Dienste werden dadurch auch dem nicht genug für Brückenbau zu empfehlenden deutschen, wie jedem an Güte gleichen, ausländischen Portlandcement nebenher erwiesen, wenn erkannt wird, mit wie geringen Kosten und auf wie überall durch die Gaben der Natur vorbereitetem Boden Steinbrücken zu errichten möglich ist.

3. Ausnahmsweise nur, so ist ad 1 gesagt, kann Mörtelmauerwerk Berechtigung für die Herstellung von Bogenbrücken finden. Fig. 1 ist ein solcher Ausnahmefall, der aber hier am besten mit völligem Stillschweigen übergangen wird, wo es sich um die Aufstellung von Grundsätzen handelt. — Diese Ausnahmen treten ein: a) wo die nothwendige Druckfestigkeit eine sehr geringe ist, so dass selbst sehr magere Cementmischungen noch den Anforderungen genügen; von ihnen kann und muss z. B. die Rede sein, da wo ein wenig fester Baugrund zwingt, ihn zur Aufnahme des Bogendrucks befähigt zu gestalten und die Druckfläche zu vergrössern. — Es gehört also diese, an die Oertlichkeit, an die Natur der Baustelle gebundene Ausnahme streng genommen zum Grundbau. b) Wo die einfachsten Hilfsmittel des Bogenbrückenbaus nicht genügen, wo mit dem Steinbogen nicht auszukommen ist, sondern wo zu dem Brückenbau, zu der weitern Entwickelungsstufe des Bogenbaus, zum Gewölbebau seine Zuflucht zu nehmen ist.

Diese Fälle können eintreten, wenn örtliche Verhältnisse gebieten, die verfügbare Constructionshöhe mit Rücksicht auf die Ueberführung einer Strasse auf das mindeste Maas zu beschränken, unter welchen durch Fig. 20 veranschaulichten Bedingungen dann einzelne Bögen, bei sehr schmalen Brücken, deren zwei und je

nach der Breite 3, 4 die eigene, so wie des zwischen ihnen befindlichen Gewölbes ruhende und die bewegliche Last auf die Ufer übertragen.

Hier, wo die Gewölbe zwischen den Bögen nur eine geringe Weite haben, die Pfeilhöhe daher eine verhältnissmässig grosse sein kann, und daraus folgernd, die Ansprüche an die Druckfestigkeit des Gewölbestoffs nur geringe sein dürfen, ist Mörtelmauerwerk, Mauerwerk von Steinbrocken, aus mehr als einer Rücksicht das gebotene Hilfsmittel des Menschen, und wie in ähnlichen Fällen die Römer sich seiner schon vor mehr denn einem Jahrtausend bedient haben, wie unverkennbar die Spuren einer ähnlichen Verwendungsweise in den mittelalterlichen Thorthürmen von Mühlhausen i. Th. unter Benutzung des dortigen Kalksteins mit seinen sehr verschiedenen Härtestufen vorhanden sind, so ist davon auch bei Ausführung von Fig. 20 Gebrauch gemacht.

Selbstverständlich ist bei Anwendung dieses Hilfsmittels, bei dieser Verwendung des Mörtelwerks nicht von Kostenersparniss, als einem Beweggrunde, welcher seine Benutzung räthlich erscheinen lassen könnte, sondern nur allgemein von Kostenmehrung dem Falle gegenüber, wo die einfache Bogenverwendung zur Herstellung einer gleich weiten Brücke genügen würde, die Rede, denn das Einfachere ist immer das Billigere, während durch Verwendung der höhern Entwickelungsstufe des Bogens, des Gewölbes, durch Verwendung des minder Einfachen grössere Kosten entstehen, deren Ausgabe aber auch durch die Erreichung des höhern Zwecks gerechtfertigt ist.

Trotzdem werden die Kosten derartiger durch Anwendung des Bogens und Beihülfe des Gewölbes entstandener Steinbauten erheblich billigere, als die Kosten anderer, mit Hülfe des Eisens oder des Holzes errichteter Brücken selbst bei viel grössern als den zunächst betrachteten Weiten von 1 bis 10^{m} Weite sein, und das einzig und allein Wahre, Richtige, was aus der in Nr. 53 versuchten Empfehlung des Mörtelmauerwerks sich allgemein zutreffend folgern lässt, ist erstens:

Gleiche Raumtheile Mörtelmauerwerk können, wenn von der Festigkeit abgesehen wird, billiger als gleiche Raumtheile Steinmauerwerk hergestellt werden, und ist ihre Anwendung da empfehlenswerth, wo die zur Verwendung jener zweckmässigen Steinbrocken und die aus irgend welchen andern Gründen, als den Festigkeitsansprüchen herzuleitenden Mauermassen grössere sein müssen, als solche der Festigkeit wegen sein dürften. — Dies führt zu der Frage für den Brückenbau: Welches ist die geringste zulässige Stärke, die für Anwendung des Bogens den gewöhnlich vorkommenden Stössen durch Wagenräder u. d. gl. iderstand zu leisten vermag? — und die Antwort hierauf wird dem Gebiet der Untersuchung entnommen, eine je nach der Druckfestigkeit verschiedene sein müssen, aber sie wird dadurch weniger beweiskräftig sein, als wenn eine langjährige Erfahrung vorliegt, und nach dieser Erfahrung ist bereits vorher schon die Antwort gegeben, dass minder als 8^{cm} Stärke bis auf Weiteres nicht angenommen werden möge, da, wenn schon für andere Zwecke vielfach mit geringern Stärken als 8^{cm} ausgeführte Steindecken bestehen (6^{cm} Stärke bis 2^{m} Weite ist vielfach angewendet) an diesen die Fähigkeit, den Stössen von Fuhrwerken zu widerstehen, bislang nicht nachweisbar ist.

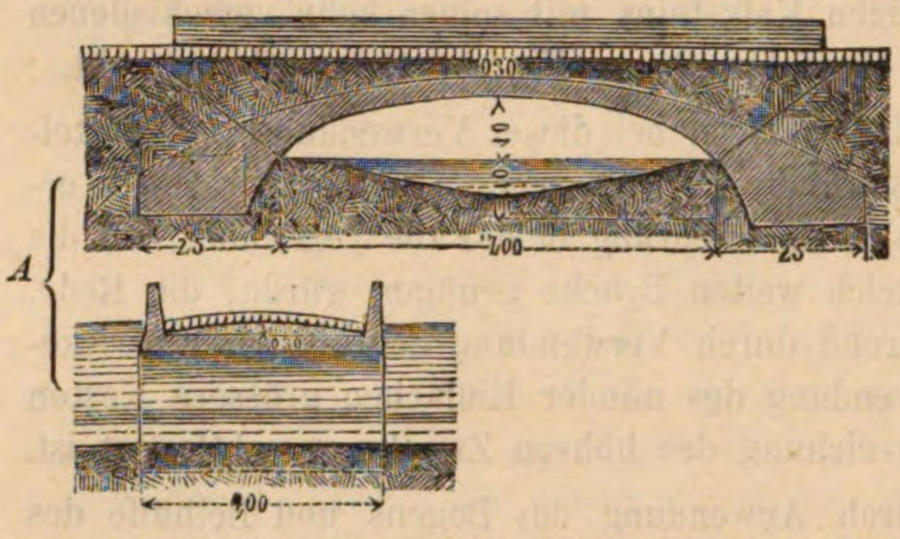
Ferner ist zu folgern: Wird Rücksicht auf die Druckfestigkeit genommen, so ist das minderfeste Mörtelmauerwerk in der Regel um annähernd so viel theurer, als seine Druckfestigkeit hinter der Druckfestigkeit von Steinmauerwerk zurücksteht, zu dessen Fertigung dieselbe Menge von Portlandcement von gleicher Güte, wie der zum Mörtelmauerwerk verbrauchte, zweckgemässe Verwendung gefunden haben würde. — Je nachdem daher mehr oder minder druckfestes Gestein zur Verfügung steht, kann also durch Cement rein oder mit wenig Sand vermischt, ein weit billigeres Bauwerk durch Anwendung von 1500, 2000^{m} Druckfestigkeit des Steinmauerwerks, als durch Anwendung von 500, 600, 700^{m} Druckfestigkeit des Mörtelmauerwerks erstehen, da die geringern Arbeitslöhne, welche die Herstellung des letztern in der Regel beansprucht, nicht aus-

geglichen werden, durch die grössere Leistungsfähigkeit der in Betracht ihrer Eigenschaften zweckdienlich ausgenutzten Baustoffe.

Zur eingehenden Beweisführung über Werth und Unwerth des Mörtelwerks für Bogenbrücken folgt Bericht der Nr. 53, Jahrgg. 1877, der d. Bauzeitung entnommen:

Auf Grund von Erfahrungen und mancher eigenen Versuche ist in diesem Jahre im Auftrage und auf Rechnung der Vorwohler-Portland-Zementfabrik in Holzminden die in beistehenden Skizzen dargestellte Strassenbrücke ebenfalls mit Beton zur Ausführung gelangt.

Die Spannweite derselben beträgt 7,00 m, die Stichhöhe 1,00 m, die Bogenstärke im Seheitel ist auf 0,30 m festgesetzt worden und hat nach den Widerlagern hin eine entsprechende Verstärkung erhalten, die Breite der Widerlager wurde zu 2,55 m berechnet. Die untere Bogenlinie ist wegen der geringen Pfeilhöhe aus 3 Mittelpunkten konstruirt. Die seitlichen Bogen sind behufs Material- und Kostenersparniss bis zum Fundament nieder geführt, ebenso ist auch die obere Bogenlinie über die Widerlagsmauern fortgeführt worden. Auf den Stirnmauern sind Brüstungsmauern 0,85 m hoch, oben 0,12 m, unten 0,20 m stark, mit innerer Böschung gestellt. Die Brücke ist von 14 Arbeitern in 11 Tagen vollendet worden. Die 5 Lehrbögen bestanden aus Rundhölzern. Als Schaalbretter wurden 3 zm starke Bohlen zum Bogen und 2,3 zm st. Bretter zur Einfassung der Stirnen verwendet.



Der Mörtel, aus 3 Th. Sand und 1 Th. Zement zusammen gesetzt, ist bei der Herstellung des Brückengewölbes in Bahnen von 1,00 m Breite zu den beiden Seiten der Widerlager gleichzeitig ca. 12—15 zm stark auf der Schaalung ausgebreitet worden; alsdann sind Kalksteine in Plattenform von 15—25 zm Höhe in normal auf dem Bogen gerichteten Lagen in die Mörtelschichten eingedrückt; sodann erfolgte Abgleichung der äusseren Laibung mit einer zweiten Mörtellage, bei welcher Kalksteinstücke kleinerer Art als Einlagen benutzt wurden. Auf völlige Umschliessung der Kalksteine mit Mörtel, um sie vor dem Einfluss der Atmosphärilien zu schützen, ist sorgfältig gehalten worden.

Nach Vollendung der Chaussirung, die sogleich nach der Fertigstellung des Gewölbes aufgebracht worden ist wurde die Brücke noch für mehre Tage in eingerüstetem Zustande belassen. Nach Verlauf von 14 Tagen vom Beginn der Arbeiten an gerechnet, also 8 Tage nach der Vollendung, wurden die Gerüste gelockert und entfernt. Einige Tage später ward der Bau dem Verkehr übergeben und es haben weder hiernach, noch bei der Ausrüstung Senkungen oder Risse sich gezeigt.

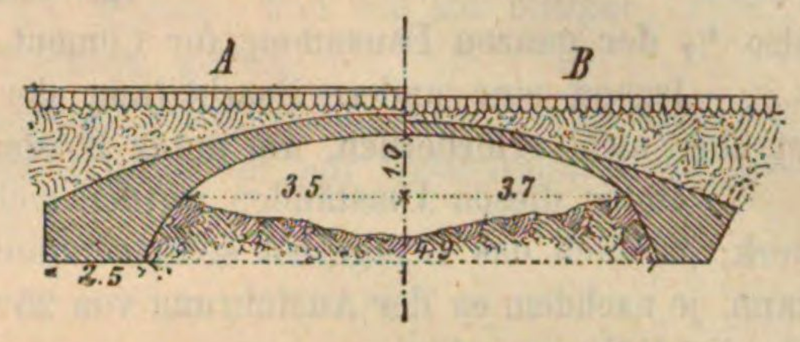
Stirnmauern und Brüstungsmauern haben einen Verputz mit Zementmörtel erhalten. Die Brüstungsmauern sind ferner behufs besseren Schutzes gegen die Witterungseinflüsse und stärkerer Hervorhebung der Stirnbögen, mit einem aus Zement und Theer bestehenden Anstrich überzogen. Die Bogenlaibung ist nicht geputzt worden, da dieselbe durch die Art der Anfertigung des Bahngewölbes bereits die erforderliche Glätte und Sauberkeit erlangt hatte. Letztere ist dadurch erreicht worden, dass über der Schaalung Makulaturpapier ausgebreitet worden ist. Hierdurch wird das Durchfliessen des Mörtelwassers durch die Fugen der Bretter verhindert und dessen Ansetzung in Form von Putz veranlasst. Die Gesammtbaukosten der Brücke betragen rund 700 M. und vertheilen sich auf die einzelnen Arbeiten und Materialien wie folgt:

22,65	M.	für	30,2 kbm Erde zu den Fundamenten auszuheben à 0,75 M.
99,09	„	„	55,05 Arbeitstage à 1,80 M.
63,94	„	„	25,57 Maurer-Arbeitstage à 2,50 M.
23,54	„	„	9,40 Zimmerer-Arbeitstage à 2,50 M.
12,00	„	„	12 kbm Kalksteine à 1,00 M.
43,75	„	„	12.5 kbm Sandsteine à 3,50 M.
391,95	„	„	173,8 Ztr. Zement à 2,25 M.
15,30	„	„	17 Stunden mit 2 Pferden Steine zusammen gefahren à 0,90 M.
27,78	„	„	Vorhalten der Gerüste und für Putzarbeiten.
700,—	M.	Summa.	

Die Kosten für eine Holzbrücke mit gemauerten Pfeilern für die gleiche Breite und Spannweite würden, selbst bei der einfachsten Ausführung, incl. Herstellung des Geländers, mindestens 900—1000 M. betragen haben. Eine in gewöhnlicher Weise ausgeführte massive Brücke würde kaum für den 2—3 fachen Betrag der Baukosten, welche die Betonbrücke verursacht hat, herzustellen gewesen sein.

Betrachtet werde nur der Querschnitt:

Je nachdem der Bogenschluss oder die Fahrbahnhöhe, welche in der Regel von jenem abhängig ist, als maasgebend angesehen wird, würde die Berechnung verschieden und ungünstiger in dem Falle sich gestalten, dass die Fahrbahnhöhe als maasgebend gilt, und der Bogenschluss so hoch hinaufgerückt wird, als die für nöthig erachtete Ueberschüttungshöhe gestattet. — Diese ruhende Belastung ist in dem ausgeführten Bauwerk A = 30 cm.



Es wird jedoch darauf verzichtet, diesen günstigsten Fall vorauszusetzen. Der Bogenschluss gelte daher als maasgebende Höhe, und sei ruhende wie bewegliche Belastung zu 0,6 m Höhe, die bewegliche Last also zu 600 k pro □m (die grösseste Annahme des Baukalenders von 560 k also noch überschreitend) angenommen.

Bei 60 m Druckfestigkeit der Baustoffe ergiebt sich dann die Innenlaibung für 0,1 Schlussstärke durch $\frac{x}{y} = \frac{1}{3,7}; \frac{2}{4,9}$.

Dieser Berechnung entspricht B, und zwar unter der Annahme, dass die Druckfestigkeit des Erdreichs mit 15 m beansprucht werde.

Der Vergleich mit dem ausgeführten Querschnitt A ergiebt Folgendes:

1. Die Oeffnung B gewährt ein grösseres Durchflussprofil, denn während A 3,5 . 2 = 7 m hat diese 3,7 . 2 = 7,4 m Weite, ist also zweckmässiger zu nennen.

2. Die Schlussstärke für B ist 0,1, die für A = 0,25; die Fahrbahn für B kann also um 0,15 tiefer liegen, und hiermit vermindern sich die Kosten für Stirn- und Brüstungsmauern, desgl. für Erdarbeiten, kurz die Kosten des ganzen Bauwerks.

3. Insbesondere den Mauerwerks-Querschnitt von Bogen und Bogenstützen anlangend, so beträgt der Flächeninhalt von B weniger als 0,4 A [genau A = 7,7; B = 3,0].

Es ist Kalkstein in Plattenform verwendet, und über seine Druckfestigkeit ebenso wenig, wie über die des Portlandcementmörtels noch über die des Baugrundes mitgetheilt.

In Betreff des Portlandcementmörtels der Vorwohler Fabrik ist laut Skala bekannt, dass er mit 3 Theil Sand 160 k = 800 m, mit 2 Theil Sand 240 k = 1200 m Druckfestigkeit nach 90 Tagen erlangt, und es unterliegt daher keinem Zweifel, dass die Baustoffe wie in B vorausgesetzt, beansprucht werden können, und zwar um so mehr ist das anzunehmen aller Grund vorhanden, weil, wie erwiesen, die ruhende Belastung ja nur die Hälfte der vorausgesetzten Gesammtbelastung beträgt, und diese die angenommene Höhe nie erreichen kann. Zunächst ist nur die ruhende und irgend eine gewöhnliche nicht aber die höchste bewegliche Last sofort nach der Vollendung des Baus zu gewärtigen.

Der Anspruch an die Druckfestigkeit der Baustoffe = 60 m ist daher jedenfalls berechtigt, und irgend eine wahrnehmbarere Senkung des Bogens ganz unmöglich, da der Anspruch an die Druckfestigkeit des Mörtels weniger als $^1/_{12}$ der Gesammtdruckfestigkeit war (siehe unten Versuchsbogen der Pariser Doppelbrücke).

Die Ausführungsart des Bogenmauerwerks ist an und für sich im höchsten Grade empfehlenswerth, weil sie ein volles dichtes Mauerwerk — worauf es ja ausschliesslich ankömmt — erzielen lässt und wenn der Hauptsache nach Stein, und der Masse nach nur 25—30% Mörtel verwendet aber die gehörige Dichte des Mauerwerks zu erlangen Sorge getragen wird, so tritt schon deshalb weil der Stein, in der Regel sehr viel billiger und im vorliegenden Falle ganz ausserordentlich billig ist, eine Kostenverringerung vor.

Man ersehe aus dem Umstande, dass ausgegeben ist

für Kalkstein = 12 M.
für Cement = 392 M.,

also $^4/_7$ der ganzen Bausumme für Cement.

Irgend eine andere Bearbeitung der Kalksteine, als sie die Plattenform mit sich bringt, ist aber nicht erforderlich, um gutes Bogengemäuer herzustellen.

Unter diesen Umständen würden sich zweifellos die Kosten für Bogen- und Stützenmauerwerk, da auch das Leergerüst selbstverständlich in erheblich leichtern Hölzern hergestellt werden kann, je nachdem es der Ausführung von 25 cm oder von 10 cm Schlussstärke dienen soll, auf weniger als die Hälfte mindern.

Vornemlich ist aber auch die Aufmerksamkeit zu richten auf die Verschwendung, welche durch die den Forderungen der Theorie entsprechende Bogenlinie [wie der Bericht sagt; aus 3 Mittelpunkten construirt] entsteht; sie macht sich besonders bemerklich in Betreff der nutzlosen Masse des Stützmauerwerks. In Fig. B ist durch die Coordinaten $\frac{x}{y} = \frac{2{,}0}{4{,}90}$. die Innenlaibung der Stützlinie für die Druckfestigkeit im Bogenschluss eingetragen, und indem das Stützmauerwerk entsprechend der vierfach geringern Tragfähigkeit des Erdreichs angeordnet ist, ersieht man aus dem Verlauf der Stützlinie, wo die nutzlose Verschwendung des Mauerwerks in A hauptsächlich gelegen, und dass sie, ebenso wie nicht nothwendige Verengung des nutzbaren Profils eine Folge der wohl nur aus Handwerksbequemlichkeit hervorgegangenen, sonst aber durch Nichts gerechtfertigten Wahl der aus 3 Mittelpunkten beschriebenen Innenlaibung ist.

Eine Kostenermässigung des Bauwerks von 700 M. herab auf 400 M. würde die zweifellose Folge der Anordnung nach Fig. B gewesen sein, bei welcher Angabe lediglich die Verringerung der Mauermassen des Querschnitts in Betracht gezogen wäre.*)

Verfasser b erwähnt, dass die Kosten bei einer in gewöhnlicher Weise ausgeführten Stein-Brücke den zwei- und dreifachen Betrag erlangt haben würden. — Die nachfolgenden Seiten werden durch Betrachtung einer grössern Anzahl von Steinbrücken den Beweis liefern, dass er diese Angabe sehr gering gegriffen hat, und den 7—8 fachen Betrag also 5—6000 M. für die gewöhnliche Bauweise hätte annehmen können. — Die Kostenangabe 400 M. entspricht den Ansichten von c, wie solche durch die Fig. 1, 2, 3 bewahrheitet sind.

Auf den Bericht b später zurückkommend, sei hier erwähnt, dass viel lehrreicher, viel aufklärender als ein Einzelbau die Betrachtung ganzer Reihen von Bauten ein und desselben Ursprungs ist, wie solche nunmehr erfolgt.

Der für zweckmässig erachteten Eintheilung in kleinere bis zu 10 m weite und grössere über 10 m hinausgehende Brücken, ist für erstere eine Unterabtheilung hinzuzufügen räthlich, indem eine allerdings ganz willkürliche Trennung in solche, für geringere und für grössere Belastung gemacht wird.

Rein zufälligen Vorkommnissen folgend, und zwar den Umstand, dass die sub Fig. 7—10

*) Während der Drucklegung erscheint eine Zeichnung der von der Vorwohler P. C. Fabrik im Hofe des Braunschweiger Polytechnicums in Cementbruchsteinmauerwerk ausgeführte bogenförmige Treppe nebst Erläuterung in der Baugewerkzeitung 1877 und mit dieser Erläuterung gleichzeitig eine so völlige Bestätigung Alles dessen, was im Vorstehenden an der Bauausführung der Lennebrücke theils getadelt, theils als der Verbesserung fähig bezeichnet ist, wie sie einem, stetem Irrthum unterworfenen Erdgeborenen, wohl selten umfangreicher zu Theil werden möchte. — Vor Allem ist durch diesen Treppenbau der thatsächliche, dem Schreiber dieses allerdings überflüssige Beweis geliefert dass die Mauerwerksmassen der Fig. A erheblich und in der Weise der Fig. B hätten vermindert werden können und dass somit also die Kosten wie angegeben von 700 Mk. auf höchstens 400 Mk. gesunken sein würden, wenn dies bereits 10 Jahre früher in der deutschen Bauzeitung von Roeder mitgetheilte grösserer Beachtung werth gehalten wäre.

mitgetheilten Chausseebrücken des Prenzlauer Kreises mindestens eine Belastungshöhe von etwa 30^{cm}, und die später zu betrachtenden Mosel- und Fischbachbahnbrücken, durschnittlich etwa eine solche von 7^{m} haben, mag jene, als geringe und diese als höhere Belastung, für den Zweck einer Vergleichung, wie dergleichen Bauwerke ausgeführt werden, und wie sie billiger, zweckmässiger, sicherer und dauerhafter ausgeführt werden könnten, gelten.

Es dürfte zugegeben werden, dass in den vorangeführten Bauten Fig. 6[1], 6a u. 6b dem Begriff der Bogenbrücke „ein zur Entlastung einer Bodenfläche und zur Uebertragung der Last auf 2 benachbarte Bodenflächen bestimmter Steinbau sei“

für dessen Abmessungen maassgebend sind:

1. die Weite,
2. die Höhe von Sohle bis Bogenschluss, oder durch Vereinigung von 1 und 2: die Nutzöffnung
3. die Belastung
4. die Druckfestigkeit des Steins
5. die Druckfestigkeit des Bodens,

durch Zusammensetzung eines derartigen Bauwerks aus einer Anzahl Theile zu entsprechen gesucht ist, für deren Nothwendigkeit aus dieser Begriffserklärung ein genügender Grund nirgends aufzufinden und noch minder ein Grund für die Wahl der Mittel, aus welchen diese Teile herzustellen sind, ersichtlich zu machen ist.

In der nachfolgenden Zusammenstellung augenblicklich in grösserer Anzahl auszuführender Brücken, von welchen diejenigen einer einzigen Chausséelinie Prenzlau-Fürstenwerder nach Zahl und Grösse aufgeführt und geordnet sind, ist, der Belehrung willen, auch der Durchlass (also ein mittelst Anspruchs an die Bruchfestigkeit auszuführender Bau) vertreten. — Der Leser, welcher nicht gleichgültig den Kostenverschwendungen gegenüber bleibt, welche durch unzweckmässige Bauten entstehen, wird für dessen Einreihung in die Untersuchung dankbar sein. Der Einwand, welcher gegen diese Einreihung erhoben werden kann, dass der Durchlass nicht unter die Bogenbrücken zu zählen sei, soll selbstredend gern zugegeben werden, aber er dürfte unerheblich sein, denn diese Durchlässe gehören vornämlich zu den in Oesterreich sogenannten (und vielleicht des Daseins unwerthen) Schlauchbauten.

Zusammenstellung von 34 Chausséebrücken:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Laufende Nro.	Nro. der Figur.	Anzahl der Gattung.	Lichte Weite.	Höhe von der Sohle bis Bogenfuss.	Höhe von der Sohle bis Bogenschluss	Höhe von der Sohle bis Krone.	Anschlagsumme.	Mittelwerth.	Gesammtanschlagssummen der einzelnen Gattungen.	Flächeninhalt der Nutzöffnung.	Flächeninhalt der Mauerquerschnitte.	Verhältniss der Oeffnung zum Mauerquerschnitt.	Bemerkung.
			m	m	m	m	Mk.	Mk.	Mk.	m	m		
8	7	1	3,5	1,3	2,7	3,37	3000	3000	3000	8,05	9,46	100/120	Die aus 1095 ┼ 1513 bez. 424 2572 sich ergebenden Mittel sind 1506 und 1498; die in Spalte 9 angegebenen Zahlen sind aber die wirklichen Mittelwerthe.
9	8	1	2,0	1,3	2,0	2,48	2100	2100	2100	3,6	7,6	100/210	
10	9	5	1,2	1,2	1,6	2,1 bis 3,6	1095 bis 1513	1353	6266	1,8	4,16	100/240	
11	10	27	0,6	0,8	0,8	1,1 bis 4,1	424 bis 2572	683	18473	0,48	2,20	100/460	
		Sa. 34							Sa. 29839				

Zunächst ergiebt sich also mit Bezug auf Früheres aus Spalte 6 und 7, dass die Höhe dieser kleinern Bauwerke meist gar nicht so gering ist, um Ueberwölbung auszuschliessen, wie Berichterstatter b wähnt, und dass die in Fig. 1 und 3 angeführten, thatsächlich überwölbten, durch Umbau entstandenen Chausseebrücken, zu welchen noch Fig. 11^b als eine $\frac{1,8}{8,6}$ m weite Brücke hinzuzuzählen ist, als Fälle einer ausnahmsweise geringen Höhe gelten können.

Das sachkundige Auge wird aber gleichzeitig erkennen, wenn es aus Spalte 5 und 7, Laufende Nro. 8 und 9 und durch den Anblick der Figur 7 und 8 zu der Muthmaasung gelangt, dass hier vielleicht nur eine Wasserstandshöhe von 1,3 oder wenig mehr zu erwarten ist, welche erhebliche Verschwendung an Erdarbeiten und Kosten dadurch eintreten kann, wenn etwa wegen der nicht zweckmässigen Anordnung der Bogenbrücken die Dämme bis zur Höhe von 3,37 und 2,84 gehoben werden müssten, während eine zweckmässigere Gestaltung der Bauwerke ein Heruntergehen der Höhe vielleicht bis auf etwa 2 m zuliesse.

Der Anblick der Figuren 8. 9. 10. lehrt ferner, dass im Gegensatz zu Fig. 6^1, 6^a, 6^b der Halbkreis als Bogenlinie aufgegeben worden ist; somit ist einiger Fortschritt zu thatsächlich richtigern Anschauungen unverkennbar.

Doch ersieht man wohl, dass die Bauwerke noch ganz, wie früher bei 6^1, 6^a, 6^b angegeben, aus einer Anzahl verschiedener Theile, über deren Beruf und Nothwendigkeit keinerlei klärende Ergründung stattfinden konnte, bestehen. Ebenso bestehen sie unter verschiedenartigen Baustoffen, welche zu jenen oder diesen Theilen ohne jeden ihrem Wesen entsprechenden Gebrauch verwendet sind. — Von den hauptsächlichsten Bedingungen für die Abmessungen der Theile, der Druckfestigkeit, der Belastung u. s. w. ist keine Rede; es waltet vielmehr in dieser Beziehung eine ähnliche Auffassung, wie vor 25 und 30 Jahren allein herrschend war.

Die Zusammenstellung ist jedoch noch durch Vergleichungen zwischen der Grösse der Nutzöffnungen, der für die Einheit derselben in den einzelnen Gattungen der Bauwerke erwachsenden Kosten, und der Kosten für jede Gattung lehrreich für Jedermann, welchem Wohl und Wehe, Armuth oder Wohlhabenheit der Gesammtheit, von welcher er selbst ein Glied bildet, angeht. Lehrreich ist sie ausserdem für den Brückenbauer, indem sie durch Vergleichung der Nutzöffnungs- und Mauerwerksquerschnitte die Ursachen der für die Einzelgattungen verwendeten Ausgaben auffinden hilft und zwar bezogen auf die aus der Nutzöffnung herzuleitende □-M.-Nutzeinheit.

Hierbei ist zu bemerken, dass die aus den mindesten, mittleren und höchsten Kosten der Bauwerke für die Nutzeinheit jeder Gattung herzuleitenden Kosten, ein annähernd zutreffendes Urtheil nicht ermöglichen, weil die Beziehungen der Höhe von der Sohle bis zur Krone in diesen mindesten, mittlern und höchsten Kosten nur dem Zufall anheimgegebene sind, während es nothwendig ist, dass die Höhe von der Sohle der Bauwerke bis zur Krone des Dammes für alle 4 Gattungen dieselbe sei, wenn die für den □-M. Nutzöffnung zu ermittelnden Preise irgend vergleichenden Werth haben sollen; es ist daher eine solche Ermittelung unter Zugrundelegung der Anschlagspreise für Bauwerke aller 4 Gattungen, bei welchen die Höhen annähernd dieselben sind (beziehendlich unter Umrechnung und Schätzung), erfolgt.

Es betrugen die Kosten für 1 □m Nutzöffnung

1 lfde. Nro.	2 Nro. der Figur	3 mindestens Mk.	4 im Mittel Mk.	5 höchstens Mk.	6 für 3,37 Höhe von der Sohle bis Krone Mk.	Bemerkungen.
12	7	372	372	372	372	Da von der Gattung Fig. 7 und Fig. 8 nur je ein Bauwerk vorhanden ist, so können in den Spalten 3, 4, 5 der Zeilen 12 und 13 nur dieselben Beträge erscheinen.
13	8	600	600	600	700	
14	9	608	751	841	820	
15	10	883	1639	5358	1475	

Es lehren die Ergebnisse der Spalten 3—6:

1. Ein □^{m} Nutzöffnung oder die Nutzeinheit kostet in diesen Bauten je mehr, je kleiner das Bauwerk, selbst dann, wenn das kleinere Bauwerk in viel niedrigerem Damme belegen ist, als das grössere [folgt aus Sp. 3].

2. Die Nutzeinheit kostet je mehr in den kleineren Bauwerken, im Vergleich zu den grössern, je mehr die Höhe von Sohle bis Dammkrone für alle dieselbe wird [Spalte 4 und 6] oder das Verhältniss steigert sich noch mehr zu Ungunsten der kleinen, wenn die Höhe von Sohle bis Dammkrone für diese noch grösser wird, als für die grössere.

Das dürfte aller Beachtung werth sein, da der Vernunft Manches zuwiderlaufend sein möchte. Es sind diese Folgerungen jedoch nur ungefähr richtige zu benennen, weil jedes Bauwerk eine Anzahl Theile hat, welche vom Querschnitt und der Nutzöffnung unabhängig sind, wie Stirnmauern u. s. w. und weil für die kleinern Bauten bei grosser Höhe von Sohle bis Krone die Länge, nicht aber der Querschnitt und mit der Länge, nach Obigem, der Kostenpunkt wächst. — Das Vernunftwidrige liegt aber grossentheils in dieser Längenzunahme, und da lediglich vom Kostenpunkt aus, die Wahrheit oder das genaue Sachverhältniss nicht aufgefunden werden kann, so ist auf die Beziehungen zwischen Nutzöffnung und Mauerquerschnitt zurückzugehen, welche die in dieser Beziehung waltenden Verhältnisse ohne irgend eine Verschleierung hinstellen, und lehrt die Betrachtung der Spalten 11, 12, 13, lfde. Nro. 8, 9, 10, 11 was folgt:

Bei diesen Bauwerken ist:

3. Der Mauerquerschnitt im Verhältniss zur Nutzöffnung um so kleiner, je grösser die letztere.

4. Bei Fig. 7. 8. 9. 10 bedingt

1 □^{m} Nutzöffnung 1,2 2,1 2,4 4,6 □^{m} Mauerwerksquerschnitt.

An die Punkte 1—4 sind viele Betrachtungen zu knüpfen.

Wenn bei einem Vergleich zwischen den Oeffnungen und den Mauerquerschnitten die Verhältnisse aufgefunden werden sollen, welche bei verschiedener Grösse der Oeffnungen zwischen ihnen und den Mauerquerschnitten bestehen, so werden die Oeffnungen einander ähnlich sein müssen. Das ist hier nicht der Fall, und so kann die Auffindung einer strengen Gesetzmässigkeit, welche bei der Bildung der Entwürfe gewaltet haben könnte, falls eine solche überhaupt bestände, nicht gehofft werden.

So viel ergiebt sich aber aus 3 und 4 deutlich, dass wenn hier Gesetz und Regeln bei dem Entwurf dieser Bauten gewaltet haben, dieselben auf wohl nicht der Nachahmung werthen Grundsätzen und Schlussfolgerungen beruhen, denn nirgends in der Natur, nirgends im gewerblichen Leben dürfte sich die Erscheinung wiederholen, dass das Grössere, bei Gleichheit der Stoffe, dem kleinern derselben Gattung gegenüber mit verhältnissmässig geringern Mitteln geschafft wird.

Es scheint fast, als ob zwischen der Grösse der Oeffnungen und den Mauerquerschnitten ein Verhältniss besteht, wie zwischen Flächen und ihren Umfängen, und dass also die bildliche Darstellung des körperlichen Bauwerks als Fläche auf der Zeichnung die Ursach einer mit allem sonstigen Verständniss in Widerspruch tretenden Verwechslung geworden.

Denkt man sich z. B. aus den mit Benutzung ganz gleicher Baustoffe entwickelten Bauten

Fig. 9 mit 1,8 □^{m} Nutzöffnung
„ 8 „ 8,05 „ „
ein ferneres mit 14,3 „ „
} gleiche Differenz 6,25□^{m}

nach denselben Regeln gebildet, so ergäbe sich, dass letzteres mit 0□^{m} Mauerquerschnitt, also ganz stoff- und kostenlos hergestellt werden könnte, da aus der Spalte 13 für ebenfalls

gleiche Differenz das Verhältniss der Mauerquerschnitte zur Oeffnung entstände, beziehendlich $\frac{240}{100}, \frac{120}{100}; \frac{0}{100}$.*)

Noch früher tritt dieser Fall ein, wenn Fig. 10 mit Fig. 7 in ähnlicher Weise zusammengestellt wird.

Jedoch hiervon abgesehen ergiebt sich aus der Folgerung sub 4. $1\square^m$ Nutzöffnung kostet

bei Fig. 8 fast das Zweifache
„ „ 9 mehr als das Zweifache } als bei Fig. 7,
„ „ 10 fast das Vierfache

wenn die annährende zutreffende Voraussetzung, dass der cb^m Mauerwerk bei allen 4 Gattungen gleiche Kosten verursache, gemacht wird.

Das unrichtige Gesetz, welches der Bildung dieser Bauten zu Grunde liegen würde, soll in Worte nicht gefasst, es sollen vielmehr die Forderungen, mit welchen nach unserer Erkenntniss von der Festigkeit der Baustoffe jene Bildungen im Widerspruch stehen, ausgedrückt werden.

Sie lauten:

„Gleiche Baustoffe mit gleicher Sicherheit beansprucht, fordern, dass Bauwerke mit ähnlichen Nutzöffnungen an verhältnissmässiger Querschnittsmasse umsomehr zunehmen, je grösser die Oeffnung, oder kürzer: „dass um so grösser das Bauwerk, um so unverhältnissmässiger die Masse des Querschnitts“

und hieraus:

„Ungleiche Baustoffe, mit gleicher Sicherheit beansprucht, werden im umgekehrten Verhältniss ihrer Festigkeit erforderlich.“

So selbstredend letzteres ist, so musste es doch mit Bezug auf Fig. 10 angeführt werden. Niemand wird einen Augenblick zweifeln, dass die zu den Durchlässen verwendeten Steine, insbesondere die immer nur als ausgesuchte Waare zu betrachtenden Decksteine eine durchschnittliche, vielleicht 10 fach grössere Druckfestigkeit als die Ziegel, zu Fig. 7, 8, 9 verwendet, haben. Nichts destoweniger beanspruchen diese kleinsten, mittelst des Anspruchs an die Bruchfestigkeit

---

*) Ein Bauwerk mit 14,3 □M Nutzöffnung würde etwa 5 m Weite bei ähnlichen Verhältnissen wie Fig. 9 und Fig. 7 haben, und es wäre also nach anderer Seite hin die Folgerung zu machen, dass ein solches, da es stofflos nicht sein kann, für unausführbar erachtet sein müsste. — Dies Ergebniss ist nicht etwa ein zufälliges, was nur dieser hier betrachteten Reihe von Bauten eigen ist, sondern es lässt sich aus jeder Reihe von Bauwerken, welche seit der Zeit der Römer, insbesondere seit Eisenbahnen gebaut werden, in so reichem Maasse zur Verfügung stehen, in ähnlicher Weise entwickeln, und giebt nur zu deutlich zu erkennen, was bereits vor langer Zeit auf wissenschaftlichem Wege untersucht, so ausgedrückt ist: Bei allen Bauwerken dieser Gattung ist die Massenverschwendung für kleinere Bauten eine sehr grosse, und sie vermindert sich, je grösser dieselben werden; mit dieser Massenvermin derung hält gleichen Schritt der Grad der Sicherheit und daher tritt die Erscheinung ein, dass man sehr bald an der Gränze angekommen zu sein glaubt, für welche diese Bauweise überhaupt Anwendung finden kann; oder umgekehrt: Will man den Grund der Sicherheit, welchen die kleinern Bauten gewähren, auch bei den grössern erzielen, so wachsen die Massen und die Kosten so ungeheuer, dass sie aus diesem Grunde unausführbar und unbrauchbar werden. — Unbrauchbar, abgesehen von den Kosten, um deswillen, weil das Wachsthum der Massen, den Zweck zu erreichen, unmöglich macht, indem die Nebenkosten z. B. die Höhe der erforderlichen Dammschüttungen, ein unübersteigbares Hinderniss bieten würden. — Es mag bei dieser Gelegenheit erwähnt werden, dass nach Dr. Krick, dessen anregende Lehren und Betrachtungsweisen, wären sie in weitern Kreisen befolgt, all dergleichen längst zu allgemeinerer Kenntniss gebracht haben und somit unsere Verarmung verhindert haben würden, Eytelwein bei der ersten Ausgabe seiner Werke, in Folge einer Verwechslung von Fuss und Zoll, ein demnächst in der zweiten Ausgabe berichteter Fehler begegnet ist, demzufolge er berechnete, dass ein Bogen, weiter als 10 m (32 Fuss) überhaupt unausführbar sei; und, so fährt der um eine wissenschaftliche Behandlung baulicher Aufgaben hochverdiente Eytelwein fort, da dennoch thatsächlich bereits viele Bauten das Gegentheil beweisen, so muss die Festigkeit des Steins dies wohl bewirken. —

gebildeten Bauten, für die Nutzeinheit das Drei- und Vierfache an Mauerquerschnitt und so gewaltige Ausgaben, dass hiermit wohl jede fernere Anwendung der Bruchfestigkeit für Steinbauten zu Nutzzwecken ihre Verurtheilung finden dürfte.

Das dürfte um so mehr das Fall sein, wenn durch Hinweis auf Spalte 3 und 10 (Seite 57) ersichtlich wird, wie zahlreich die Verwendung dieser kleinsten Bauten auftritt, und wie daher durch sie der bei Weitem grösseste Theil der Gesammtkosten für Brücken bisher, so hier, wie bei vielen andern Ausführungen verbraucht wird oder wurde.

Es ist jedoch zur Beurtheilung des wahren Werths, eines Bauwerks, nicht ausreichend, den Querschnitt allein zu betrachten, und insbesondere für Bogenbrücken ist der Längenschnitt um deswillen, für diese Werth- und Kostenfrage wichtig, weil er eine Anzahl von Theilen enthält, welche im Querschnitt gar nicht zur Geltung gelangen können. Von diesen sind einige nothwendig, und mehr oder minder unentbehrlich zu nennen, auch bei den bestangeordneten Bogenbrücken. Dahin gehören Stirnmauern, Brüstung, andere, wie z. B. Heerdmauern u. dgl. dürften bei jeder gutangeordneten Bogenbrücke überhaupt nicht Regel, sondern es dürfte nur, unter ganz besondern Verhältnissen etwas dem Aehnliches, eine Ausnahme sein.

An dieser Stelle werden diese Theile, als ganz unberechtigte, überhaupt ferner mit Stillschweigen übergangen, und in Betreff der in der Regel unvermeidlichen Stirnmauern mag die Bemerkung genügen, dass sie oft mit geringerem Aufwand an Masse und Kosten errichtet werden können, wenn die Gesetze des Bogens auch auf sie Anwendung finden, während für die Brüstung die Verwendung von Mauerwerk überhaupt unzweckmässig ist. — Hier ist in den meisten Fällen die Verwendung von Eisen oder Holz, höchstens unter theilweiser Verwendung von Stein empfehlenswerth. — Vorläufiger, mannigfacher Widerspruch in Betreff dieser Behauptung Seitens des Lesers, darf vorausgesetzt werden, vielleicht schwindet derselbe später.

Das Unzweckmässige der Steinverwendung in der Brüstung geht daraus hervor, dass in diesem Fall die beanspruchte Druckfestigkeit — bei der gewöhnlichen Verwendungsart — sich bis auf Null verringert, und dass man daher hier besser Baustoffe anwendet, welche die Benutzung der ihnen angehörenden Eigenschaften in besserer Weise gestatten.

Jedoch der Längenschnitt der Bauwerke und eine weitere Prüfung der Zusammenstellung auf Seite 59 muss auch noch in ganz anderer und allgemeiner Hinsicht belehrend wirken, wozu z. B. Spalte 5 der Vergleich von lfde. Nro. 12 und 15 beitragen dürfte. Aus ihr geht hervor, dass 1 □^{m} Nutzeinheit in ersterem Falle 372 M., im andern 5358 M. kostet; für jenes ist die Höhe von Sohle bis Krone 3,37^{m}, für dieses 4,1^{m} (lfde. Nro. 8 und 11 Spalte 7) und man wird aus diesen Ziffern ohne Weiteres zu der Frage gelangen:

„Weshalb errichtet man denn nicht lieber in dem 4,1^{m} hohen Damme eine Bogenbrücke von 8,05 □^{m} Weite in der Weise derer nach Fig. 7, selbst wenn diese eine viel weitere Oeffnung hat, als sie an dieser Stelle [wo nur 0,48□^{m} Nutzöffnung erforderlich] nöthig ist, da die Kostenunterschiede pro Nutzeinheit so gewaltige sind?

Die Frage wäre berechtigt, aber die Antwort würde lauten müssen: „Der Gedanke ist an und für sich richtig, aber die Nutzanwendung würde gerade in dieser Weise nicht ganz richtig sein, denn das Bauwerk Fig. 7 kostet 3000 M. und Fig. 10 nur 2572 M. Allerdings könnte man für die Uebertragung der Fig. 7 nach der hier in Rede stehenden Stelle, wegen der dann erlangten, so sehr viel grösseren Nutzöffnung die in Fig. 10 erforderlichen Heerdmauern u. dgl. ohne Weiteres fortlassen, da ja für diese grosse Nutzweite niemals eine Besorgniss eintreten könnte, dass die Sohle angegriffen wird; auch könnte man noch auf andere Weise z. B. dadurch dass Fig 7 ein 0,30^{cm} tieferes Grundmauerwerk als Fig. 10 hat, was ja für diesen Fall zu übertragen nicht nöthig wäre, die Kosten vermindern, und so würden sich die 3000 M. Kosten wohl gar bald auf 2572 M. oder noch mehr ermässigen, und indem man die Weite von 3,5^{m}

(Fig. 7) etwas verringerte, die Höhe aber vermehrte, erlangte man wahrscheinlich einen noch erheblich billiger als zu 2572 M. herzustellenden und viel zweckmässigern, weiten, gleichzeitig als Durchfahrt zu benutzenden Bau, welcher ähnlich wie das schon seit mehr denn 25 Jahren bestehende Bauwerk Fig. 11ª gestaltet, und dessen Sohle von den geringen Wasserfädchen kaum merklich genetzt würde. Oft genug böte solcher Bau höchst erwünschten Ersatz für ein oder zwei Ueberfahrten über die Chaussee, und würde gleichzeitig dadurch fast ganz kostenlos hergestellt. So würde vielleicht des Brückenbauers Aufgabe leidlich gut gelöst! — Wäre das nun aber auch nicht vollständig so wahr und zutreffend, wie hier vorausgesetzt ist, so läge ein Irrthum in Kleinigkeiten vor, aber berichtigt wird dadurch ein grosser und, wie es scheint, in der ganzen bauenden Welt verbreiteter Irrthum, welcher die Bogenbrücken mit der Länge der Dämme wachsen lässt, anstatt dass es richtig ist, ihre Weite und Höhe angemessen zu vermehren oder mit anderen Worten: „den druckfesten Baustoffen den grösstmöglichen Nutzen abzugewinnen.“ — An fehlerhaft entworfenen Bauten lässt sich die Richtigkeit dieser Behauptnng nicht überzeugend nachweisen, sondern nur ahnen; im Folgenden dürfte die Richtigkeit sich aber deutlicher herausstellen.

Es ist ein Irrthum die Bauwerke mit der Höhe der Dauer an Länge zunehmen zu lassen, anstatt ihre Höhe zu nehmen.

Betrachtungen an richtiger angeordneten Bogenbrücken Fig. 12. 13. 14. 15. für geringe ruhende Belastung von 30 cm.

Zurückgehend zum Begriff der Bogenbrücke, wird es klar sein, dass, da sie ein zur Entlastung einer Bodenfläche mit der Bestimmung der Belastung zweier benachbarter Bodenflächen berufener Steinbau ist, die Druckfestigkeit der Baustoffe, zuförderst festzustellen ist, bevor der Frage des Entwurfs überhaupt näher getreten werden kann. Der Boden, auf welchem gebaut wird, ist im weitern Sinne mit zum Baustoff zu zählen.

Diese Druckfestigkeit ist in der That sehr einfach festzustellen, und wenn dabei von einer Schwierigkeit und grössern Mühewaltung die Rede ist, so gilt dies in viel höherem Maasse, oder vielmehr so gilt dies nur etwa vom Boden, nicht aber vom Baustoff in des Wortes engerer Bedeutung, namentlich bei so unbedeutenden Bauten von 1 bis 10^{m} Weite, von welchen hier zuförderst die Rede ist.

Die deutschen P. L. Cemente geben Mörtel von über 1000^{m} Druckfestigkeit mit 1 bis 2 Theilen Sand auf 1 Theil Cement nach 90 Tagen, und die Orte, in welchen ein Baustein, natürlicher oder künstlicher von ähnlicher und gleicher Festigkeit nicht für mässiges Geld zu haben wäre, dürften innerhalb Deutschlands nicht zu finden sein, denn Kalkstein Sandstein, Granit, Feldstein, Grauwacke, Syenit, Porphyr, Gabbro, Diorit, Basaltstein u. s. w. mit viel grösseren Druckfestigkeiten sind weit verbreitet, und da bei jedem Bau keineswegs nur einerlei Druckfestigkeit nothwendig wird, den einzigen Fall ausgenommen dass unmittelbar auf Felsgrund gebaut wird, somit sehr verschiedenartig feste Steine bei ein und demselben Werk Verwendung finden können, das geübte und scharfe Auge des Arbeiters aber verschieden feste Steine schon lediglich aus dem Anblik vergleichsweise erkennt, so beschränkt sich die gesammte Festigkeitsuntersuchung auf einige wenige, etwa 10 Prüfungen von jeglicher Gattung und auf die Uebertragung der Aufsicht zur angemessenen Verwendung jeder Gattung am angemessenen Orte an einen Arbeiter, Maurer-Vormann oder dergleichen Personen, welche ein tüchtiger Maurermeister zu wählen versteht und zu kennen pflegt.

Die Druckfestigkeit des Bodens ist entweder in die Augen springend, wie beim Fels und bekannt, wie beim gewachsenen Sandboden, welcher selbst dann, wenn er mit Wasser reichlich durchzogen, ja durch etwa höher gelegene Quellen aufgelockert, einer Untersuchung durch einen

Bohrer oder eine Senknadel sehr geringen Widerstand entgegengesetzt, noch ein recht tragfähiger Baugrund sein kann. Er wird in Betreff seiner Tragfähigkeit genügend genau untersucht, durch Belastung von Probepfeilern, welche Arbeit allerdings zwar einfacher Art ist, jedoch durch die im Arbeiterstande selbst — nach Erfahrungen dieser Gattung ist's gesprochen — im Meisterstande der Handwerker vertretene Ein- und Vorsicht, allein nicht wohl bewirkt werden kann, daher sie allerdings einigen Zeitaufwand Seitens eines mit grösserer Bildung und gemehrter Erkenntniss behafteten Brückenbauers erfordert.

Für die jetzt in Rede stehenden Entwürfe Fig. 12 bis 15 ist nun die Druckfestigkeit des Bodens 15^m, die der Baustoffe im Bogen 60^m, und die der beiden Endstützen liegt zwischen jener und dieser.

Einleuchtend wird sein, dass die Abstufungen der Druckfestigkeit eintreten können, indem man die höchste Druckfestigkeit wie in Fig. 12 angegeben, für den ganzen Bogen a beansprucht (in welchem Falle der Bedarf an Mauermasse der geringere ist) und die geringern Druckfestigkeiten der Abtheilungen in den Endstützen

b	c	d	e	f	g	h	i	k
m 55	50	45	40	35	30	25	20	15 vertheilt

oder dass, wie bei Fig. 19 angegeben, die Vertheilung über das ganze Bauwerk gleichmässig erfolgt. — Die erforderliche Masse ist in diesem Fall etwas grösser. — Ohne behaupten zu wollen, dass hiefür irgend ein wesentlicher Grund vorliegt, da zwischen Bogen und Endstützen in der That keinerlei wesentlicher Unterschied besteht, es vielmehr in den meisten Fällen nur Nebenrücksichten sein werden, welche gestatten, die Gränzen dieser ganz willkürlichen Unterscheidung nach da oder dorthin zu verlegen, wird man vielleicht zu Letzterem mehr bei höhern Oeffnungen wie etwa Fig. 19 und zu Ersterem bei flachen Oeffnungen sich hingezogen fühlen.

Es leuchtet ferner ein, dass für die Form der Endstützen Fig. 12—15, und ihre untere wie obere Begränzung durch grade Linien keinerlei zwingender Grund vorliegt, und dass nur Zweckmässigkeitsrücksichten, möglichste Einfachheit für die Wahl dieser graden Linien gesprochen haben. Selbsverständlich kann diese Begränzung auch in Bogenlinien, in einfach oder mehrfach gebrochenen Linien oder in Stufen und Absätzen erfolgen, und muss, wenn es auf äusserste Ausnutzung der Druckfestigkeit abgesehen ist, jedenfalls in mehrfach gebrochenen Linien geschehen. Hier wird von dieser äussersten Ausnutzung abgesehen.

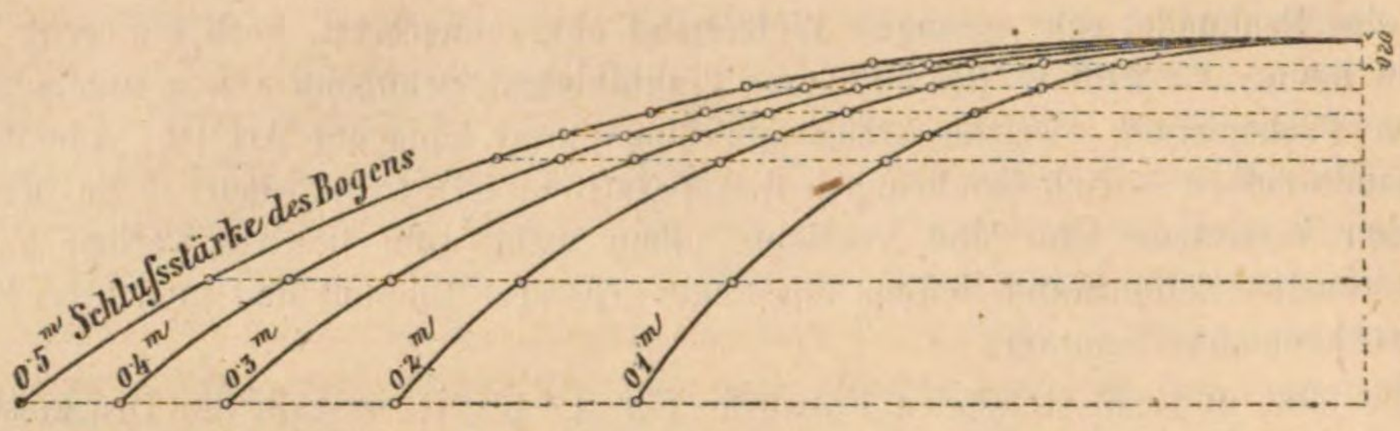
Die Stärke des Bogens muss von Schluss zum Fuss zunehmen nach dem bekanntem Gesetz dass die senkrechten Projectionen aller im Krümmungshalbmesser belegenen Flächen „gleiche" sind. Doch ist hier, um als unterste Gränze der Längentheilung den C^m festzuhalten, oft ein Mehr geschehen, unmessbar oft und nicht des Erwähnens werth, müsste die Erwähnung nicht um deshalb erfolgen, weil es als Widerspruch erscheinen könnte, wenn die lothrechte Fussstärke 9^{cm} für den 8^{cm} starken Bogenschluss in Fig. 15 und wenn beziehendlich 11 nur 10^{cm} in Fig. 18 angegeben ist, da nur eins von beiden oder keins von beiden genau richtig sein kann.

In Betreff der geringen ruhenden Belastung von $0{,}30^{cm}$ und der grösten beweglichen Belastung von $0{,}20^{cm}$ Höhe gilt früher bei Fig. 4, 5 schon Gesagtes.

Die innern Bogenlaibungen werden nunmehr berechnet: nach der Formel

$$y = \sqrt{H_1}\ \ln \frac{e + c + x + \sqrt{2\,(e + c)\,x + x^2}}{e + c}$$

für $c = 0{,}1$ bis $0{,}5$ und ergiebt sich für e Gesammtbelastung $= 0{,}5$ und Druckfestigkeit 60^m



c = 0,1	x/y =	0,2/1,94	0,4/2,68	0,6/3,21	0,8/3,64	1,0/3,96	2,0/5,20	3,0/5,97
= 0,2	„ =	2,55	3,54	4,22	4,81	5,25	6,94	7,99
= 0,3	„ =	2,87	4,04	4,88	5,50	6,09	8,02	9,33
= 0,4	„ =	3,16	4,42	5,34	6,06	6,68	7,91	10,29
= 0,5	„ =	3,37	4,72	5,69	6,44	7,14	9,48	11,05

woraus die für Fig. 12 bis 15 erforderlichen Bogenöffnungen und Schlusstärken sich durch Interpolation ergeben, und es ist hierbei also eine Ungenauigkeit jedenfalls mehr oder minder möglich, welche aber, wenn sie eine Bogenschlusstärke etwa um 1cm unrichtig angäbe, (mehr dürfte sie kaum betragen) füglich übersehen werden kann.

In der nachfolgenden Zusammenstellung sind nun Verhältnisse und Kosten dieser Bogenbrücken in ähnlicher Weise wie vorher für Fig. 1 bis 10 geordnet, jedoch erstrecken sich die Kosten lediglich auf die Massen des Querschnitts, vernachlässigen also Brüstungs- und Stirnmauerungskosten, weil letztere oder vielmehr beide, in Betreff ihrer Entstehung und Grösse von ganz andern Bedingungen als die Querschnittsmassen, z. B. von der Wahl der Dossirung u. dgl. abhängig, öfter wohl eine andere als die bisher übliche Anordnung erhalten müssen, und weil erstere, wie gleichfalls bereits erwähnt, für die Ausführung zur Wahl anderer Mittel als des Mauerwerks, welches in diesen Fällen unzweckmässig ist, im Allgemeinen nöthigen. In besondern, aber gewiss beschränkten Fällen kann die Anwendung des Steins vielleicht noch zweckdienlich sein, aber ganz allgemein wird Eisen oder Holz den Vorzug verdienen, weil die hervorragenden Eigenschaften letzterer Baustoffe, Zugfestigkeit und Bruchfestigkeit bessere Ausnutzung zulassen.

Dass für Brücken der hier in Rede stehenden Art, wenn sie, wie ja gewöhnlich der Fall ist, zur Ueberführung eines Weges über eine Wasserstrasse dienen sollen, keinerlei Befestigung der Sohle durch Heerdmauer u. dgl. ja im Allgemeinen nicht einmal durch Pflaster erforderlich ist, wird einleuchten, da der Wasserlauf keinerlei Einschränkungen erleiden soll, da seinem Profil überall eine auskömmliche Ausdehnung zu belassen, ja in vielen Fällen dasselbe — aus andern Nützlichkeitsgründen und Nebenursachen — über das Bedürfniss hinaus zu erweitern, räthlich befunden werden muss.

Das Nützliche der Oeffnungserweiterung aus Nebenursachen, wurde als Beispiel bereits in einem besondern Falle bei Fig. 7 und 10 dargethan. Es sind aber wohl viele anders gestaltete Fälle denkbar, die aufzufinden und aufzuzählen nicht möglich sein möchte, daher ganz allgemein der Gesichtspunkt anzugeben ist, weshalb die Oeffnungserweiterung, also die Ausführung eines grössern Bauwerks zweckmässig sein kann.

Derselbe hat seinen Grund darin, dass die Ausnutzung der Druckfestigkeit der Baustoffe, einschliesslich des Bodens, zu geringern Baukosten bei Anwendung einer grössern Oeffnung führen

kann, als bei Anwendung eines kleinern Bauwerkes, wenn letzteres, wegen Verringerung der Oeffnung zu Maasnahmen zwingt, bei deren Ausführung die Baustoffe Stein und Boden zum Theil unzweckmässig, also nicht vermöge ihrer Druckfestigkeit beansprucht werden. Wird z. B. in Folge der Anwendung einer geringeren Oeffnung ein Sohlenpflaster nothwendig, so wird durch diese Verwendung des Steins derselbe einschliesslich des Bodens so schlecht ausgenutzt, dass möglicher Weise ein grösseres Bauwerk, obschon es — ganz im Gegensatz zu den, bei Fig. 7—10 und bei allen bisher, fast ausnahmslos, ebenso unrichtig angeordneten Bogenbrücken, festgestellten Thatsachen — für die Nutzeinheit grössere Kosten als das kleinere Bauwerk beansprucht, dennoch billiger sein kann.

Wenn trotzdem so eben Gesagten z. B. in dem auf solchen Erwägungen beruhendem Bauwerk Fig. 11a, ein Pflaster der Sohle nicht nur, sondern auch der Dossirungen angeordnet ist, so darf dies nicht als Muster gelten, noch zu einer etwaigen Widerlegung benutzt werden, sondern ist zurückzuführen auf eine überflüssige Befangenheit, welche bei Ausführung dieses, ohne irgend ein vorhergegangenes Beispiel oder Muster im Jahre 1850/51 entworfenen Baus,*) ihren Einfluss geltend machte.

Dass mit dieser Oeffnungserweiterung die Bogenbrücken erst recht eigentlich ihren Zweck, Verkehr fördernde Bauwerke zu sein, erfüllen, in dem die Anlässe zu ihrer Zerstörung durch Fluthen, und somit die Anlässe zu zeitweiser Verkehrsstörung aufhören, wird keiner weitern Erörterung bedürfen.

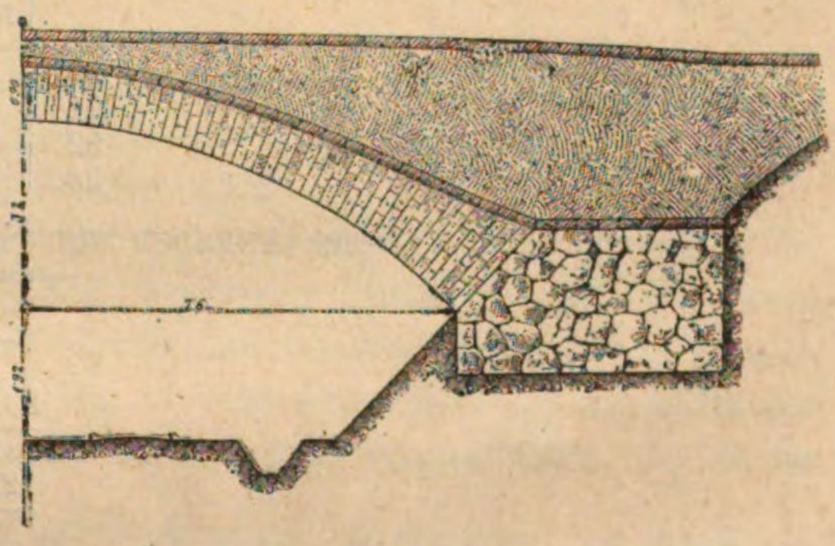
Es ist bereits gesagt worden, dass nur bei völliger Aehnlichkeit der Oeffnungen eine etwaige Gesetzmässigkeit, welche zwischen der Einheit der Nutzöffnung und des Mauerwerksquerschnitts besteht, aufgefunden werden kann.

Eine Aehnlichkeit der Bauwerke, im streng mathematischen Sinne, besteht bei Aehnlichkeit der Oeffnungen nicht, oder sie würde nur in dem, für unsere Zwecke gleichgültigen, weil nicht belehrendem Falle bestehen, wenn die Grösse der ruhenden und beweglichen Last mit der Grösse der ähnlichen Oeffnungen, und zwar für jeden Baustoff in anderer Weise vermehrt oder vermindert würden, was keinerlei Bedeutung für's Leben hätte.

Die Form der Nutzöffnung wird nun, je nach Bestimmung der Bogenbrücke, eine ausserordentlich verschiedene, niemals aber wird sie, wenn nicht ganz besondere, eigentlich im Bauwerk nicht, sondern in seinen Umgebungen begründete Rücksichten, wie z. B. in Fig. 20 mitsprechen, von lothrechten Ebenen begränzt sein; sie wird daher im Allgemeinen stets durch 4 Zahlenausdrücke, je 2 nach Breite und Höhe bestimmt werden, welche im Nachfolgenden, zur Pfeilhöhe **x** des Bogens in Beziehung gesetzt, bezeichnet sind, durch

---

*) In Frankreich ist es namentlich M. Toni Fontenay, welcher ähnlichen Gedanken folgend, etwa gleichzeitig oder wenig später, derartige Bogenbrücken entworfen und ausgeführt hat, welche demnächst aus Oppermann Annalen in die Zeitschrift für Bauwesen 1857 mit angelegentlicher und auch nicht erfolglos gebliebener Empfehlung übergegangen sind. — Jedem Dinge zur Unterscheidung von andern ähnlichen, einen bezeichnenden Namen zu geben, ist gewiss höchst lobenswerth, und es sind daher derartige Bogenbrücken in Frankreich mit dem Namen „à culées perdues“ benannt. — Diese Bezeichnung aber beweist ebenso, wie die Figur und die späteren Ausführungen des M. Toni-Fontenay dies ganz unzweifelhaft erkennen lassen, dass er das Wesen dieser Bauweise nicht erfasst, sondern nur einen, aus dem Gefühl des Richtigen heraus geschehenen, glücklichen Griff gethan und die wirklichen Beziehungen, welche zwischen den Bautheilen einer Bogenbrücke bestehen, nicht erfasst hat. —



S.B, Sohlenbreite, geringste Breite = 9x,
G.B, grösseste Breite = 24x = 2y,
F.H, Höhe von der Sohle bis Fuss des Bogens = 5x,
B.H, Höhe von der Sohle bis Schluss des Bogens = 6x,
und wird zu diesen nach K.H. als die Höhe von der Sohle bis Krone hinzugefügt.

Zusammenstellung mit einer 30cm hohen. ruhenden und 20cm hohen beweglichen Belastung entsprechenden Bogenbrücken Fig. 12 bis 15.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
							Kosten.		Flächeninhalt der		
Lfde. Nro.	Nr. der Figur.	SB.	G.B.	F-H.	B.H =2y	K.H.	Im Ganzen. Mk.	für die Nutzeinheit Mk.	Nutz-Oeffnung.	Mauerquer-schnitte.	Verhältniss der Oeffnung zum Mauerquerschnitt.
16											
17	12	3,6	9,6	2,0	2,4	3,23	3300	209	15,84	12,05	$^{100}/_{76}$
	13	2,7	7,2	1,5	1,8	2,44	1520	170	8,91	5,62	$^{100}/_{63}$
18	14	1,8	4,8	1,0	1,2	1,68	560	142	3,96	2,06	$^{100}/_{52}$
19	15	0,9	2,4	0,5	0,6	0,98	120	121	0,99	0,44	$^{100}/_{44}$

Die Spalte 12 dürfte lehren, dass die Anordnung dieser Bauten mit all' unserm Wissen von der Festigkeit der Baustoffe in Uebereinstimmung ist, im Einklang sich befindet mit dem Walten der Natur, und dem, was wir mit unserem Verstande als naturgemäss, als selbstredend, und durch tausendfache Erfahrungen des täglichen Lebens bestätigt, erkennen, und was, wenn es anders wäre, die ganze Ordnung der Dinge verkehren müsste, und das Gesetz, was in diesen Bauten — ebenso wie in den bereits früher besprochenen Umbauten Fig. 1—5 sich offenbart, lautet, wie hier wiederholt sei:

„Bei gleichen Baustoffen und ähnlichen Nutzöffnungen sind in kleinern Bauten geringere Mittel als in grössern für die Darstellung der Nutzeinheit erforderlich."

Kostenvergleich zwischen Fig. 7 bis 10 und Fig. 12 bis 15 nach dem Maasstab der Nutzeinheiten.

Will man nun auf einen Kostenvergleich dieser vier Bauwerke mit jenen Fig. 7—10 eingehen, so dürfte das nur, mittelst des Maasstabs nach Nutzeinheiten möglich werden, und zwar würde es vielleicht als eine berechtigte Annahme gelten können, zu sagen, dass etwa 3 Nutzeinheiten in Fig. 12—15 gleich zu erachten seien, 2 Nutzeinheiten in Fig. 7—10.*) Da letztere Bauten nach Seite 57, Spalte 11, 8,05. 3,6. 1,8 und 0,48□m grosse Oeffnungen haben, so würden denselben beziehendlich 12□m 5,4. 2,7. 0,72□m grosse Oeffnungen für Bauwerke nach Maasgabe der Fig. 12—15 gestaltet, gleich zu stellen sein.

Nach Seite 72, Spalte 2, ergeben sich die Kosten für die Brücken:

	1	2
Lfde. Nr.	für □M. Nutzeinheit.	Mk.
20	15,84	209
21	8,9	170
22	3,96	142
23	0,99	121

Die Mittel je zweier Angaben von Spalte 1 & 2.

□M.	Mk.
$\frac{23,74}{2} =$	$\frac{379}{2}$
$\frac{12,86}{2} =$	$\frac{312}{2}$
$\frac{7,95}{2} =$	$\frac{263}{2}$

Hieraus ist mit genügender Genauigkeit abzuleiten, dass die Kosten sind.

Lfde. Nr.	für □M. Nutzeinheit.	Mk.
24	12	190
25	5,4	155
26	2,7	134
27	0,72	112

Nach laut lfde. Nr. 8. 9. 10. 11 Spalte 10. Spalte 3 sind die bezüglichen Kosten und zwar Seite 59, die hier in Rechnung zu stellenden Mindestpreise für

8,05	3,6	1,8	0,48□^{m}
372	600	608	883 M.

Hieraus folgt, dass diese Bauten mindestens das Doppelte, Vierfache, Vier und einhalbfache nnd Achtfache $\left(\text{genau } \frac{372}{190}, \frac{600}{155}, \frac{608}{130}, \frac{883}{110}\right)$ dessen kosten, was Nro. 24—27, bei $1\frac{1}{2}$ fach grösser Nutzweite kosten würden.

Hierbei kommen nicht zum Ausdruck, die noch grö sern Kostenunterschiede, welche sich zu Gunsten der zweckmässigern Bauten herausstellen müssten, wenn jene Missgriffe mit zum Ausdruck gelangen könnten, welche in den Spalten der mittleren und höchsten Preise aus lfde. Nro. 12 bis 15, Fig. 7 bis 10 dem aufmerksamen Leser ersichtlich geworden sein dürften. Diese können jedoch in gleicher nicht festgestellt werden.

Sie können auch, da in den Fig. 12—15 Kosten für Stirnmauern und Brüstungen nicht mit in Ansatz gebracht sind, als Ausgleich für diese andernfalls die Wirklichkeit verdunkelnde, beziehendlich das wahre Sachverhältniss beeinträchtigende Annahme eintreten.

Die auf Seite 57 angegebenen Gesammtkosten der einzelnen Gattungen würden sich hiernach herabmindern:

auf Mk. $\frac{3000}{2}$ = r. 1500

$\frac{2100}{4}$ = 525

$\frac{6266.2}{9}$ = 1500

$\frac{1847.3}{8}$ = 2300

Mk. 5825 oder r. $\frac{30000}{6000}$ = 5000 Mk.

das ist „Ein Sechstel“ der Gesammtkosten.

In dieser Kostenverminderung darstellenden Summe ist nicht zum Ausdruck gebracht:

1. Der grössere Nutzen, welcher aus den reichlicher bemessenen Durchflussöffnungen erwachsen könnte und in Zeiten der Noth bei grossen Fluthen erwachsen würde.

2. Die geringern Unterhaltungskosten, welche zufolge zweckmässigerer Wahl der Baustoffe entstehen würde. Eine vieljährige Erfahrung der anfänglich erwähnten Bauwerke erweisst, dass die Unterhaltungskosten fast Null gleich zu erachten sind. Diese Unterhaltungskosten treten keineswegs in gleich geringem Maasse bei allen, unter Anwendung verschiedenartiger und oft nicht nur schlecht vertheilter, sondern schlecht gewählter und mangelhaft benutzter Baustoffe auf. Es würde

*) Für viele Fälle möchte die Umkehrung eher richtig sein, jedoch davon sei er abgesehen, um thunlichste Vorsicht walten zu lassen.

nicht zu schwer fallen, eine Anzahl beweiskräftiger Beispiele aus Deutschland und Oesterreich dafür anzuführen, dass solche schon nach Verlauf von 10, 12 Jahren ganz erhebliche Kosten veranlasst haben, um sie vor drohendem Verderben zu bewahren; daher ist also auch nicht zum Ausdruck gebracht:

3. die grössere Dauer; und endlich

4. eine in vielen Fällen erhebliche Verringerung der Kosten an Erdarbeiten, welche dadurch möglich wird, dass die Höhe von Sohle bis Krone eine geringere sein kann, und, hiermit gleichlaufend, eine mögliche Verringerung an Kosten, für Nebenanlagen, da wo die Dammkrone aus andern Gründen sich höher über die Bodenfläche erheben muss, als dies der Brücken wegen erforderlich sein würde, wofür das mehr erwähnte von Fig. 7 und 10 entlehnte Beispiel einen Beweis liefert, dessen weit tragende Folgen hier zu erörtern, nicht der geeignete Ort ist.*)

Es dürfte nach dem hiermit erwiesenen Kostenverhältniss von denjenigen Bauten, welche in den Vorstellungen der bei Weitem meisten Brückenbauer als maassgebende allein gelten, und derer, welche andern Anschauungen ihre Entstehung verdanken, Anschauungen, welche wie durch die Bauten der Mosel- und Fischbachbahn dargethan wird, zu allmählich sich mehrender Würdigung gelangen, ein Rückblick zu thun sein, auf die Ansichten des Berichterstatters b. — Hätte er, der vom Osten Preussens und sein Vorläufer a, welcher 10 Jahr früher ähnlich vom Westen, nämlich vom Rhein her seine Meinung äusserte, sich bemüht, die 1867 gemachten Mittheilungen über Steinbauten zu prüfen, der „gesunden“ Gedanken derselben zu erfassen, wie solche z. B. Seite 350 Jahrgg. 1874 d. d. Bauzeitung aus den Mittheilungen über die in der Eifel umgebauten Kyllbrücke zu um so grösserer Ehre des Brückenbauers hervorleuchtet, als er ungeachtet mancher Widerstände, trotz der in's Ungeheuerliche gehenden Sicherheitscoefficienten seine Anschauung über die geringern Kosten eines Umbaus in Stein, gegenüber denen eines Eisenoberbaus zur Geltung zu bringen wusste, ja hätte der Berichterstatter b nur einzig und allein diese Nachrichten über den Umbau der Kyllbrücke, welche bei sehr geringer Höhe mehrere Oeffnungen, etwa 9^m weit hat, gewürdigt — es würde ihm eine vermuthlich richtigere Anschauung erwachsen sein, denn er hätte sich sagen müssen, dass wenn diese mit so ungemein weit getriebener Vorsicht und mit allem, nur aus Nebenverhältnissen erklärlichem Aufwand errichtete, durch so geringe Höhe auffällige Steinbrücke so weit gespannt, dennoch nur $^2/_3$ der Kosten des Eisenoberbaus [genau $^{139}/_{211}$], trotz einer vorgenommenen Verstärkung der Seitenmauern beanspruchte, so müsste für die geringern Weiten, von $1—7^m$ mindestens ein Gleiches wohl, auch unter ganz ausserordentlich ungünstigen Verhältnissen erreichbar sein.

---

*) Es mag hier Erwähnung finden, dass die Erkenntniss des grössern ad 1 erwähnten Nutzens , vielleicht in Verbindung mit dem gesundem Grundgedanken, welcher den durch Fig. 1 bis 5 erwähnten Umbauten, und dem Neubau Fig. 11 innewohnt, (nach desfallsiger Vorstellung, den Landes-Baurath der Provinz, in deren Verwaltung die Chausseen des Prenzlauer Kreises dermaleinst übergehen, zu der Erklärung veranlasste, dass wenn diese Chausseen mit tüchtig ausgeführten Brücken dieser Gattung hergestellt würden, er deren einstige Uebernahme auf die Provinz nicht beanstanden würde.

An einer tüchtigen Ausführung konnte, durch bereits öffentlich besprochenen Leistungen als zuverlässig bekannter Unternehmer nicht gezweifelt werden, und wurden daher dem Prenzlauer Kreisausschuss, desfallsige Anerbietungen gemacht, welche mindestens (10) zehn pro Ctr. Kostenersparniss zusicherten. Aber der nicht von gleicher Ansicht wie der Landesbaurath erfüllte Rathgeber des Kreisausschusses zu Prenzlau veranlasste diesen zur Ablehnung des Anerbietens. Die vorstehende Untersuchung zeigt, dass da 87 Bauwerke der fraglichen Chausseen mit c. 70000 Mk. veranschlagt waren, diese Kosten sich unter der Wahl wohl jedenfalls zweckmässigerer Bauten von grösserer Dauer auf 11700 Mk. ermässigt haben würden, der Vortheile zu geschweigen, welche ausserdem zunächst für den Kreis durch dieses Anerbietens Annahme erwachsen sein, und welche in Weiterem dem ganzen Vaterlande zu Nutz und Frommen gereicht haben würden.

Es dürfte also wohl, wenn die Kosten der Bogenbrücken nur einen geringen Bruchtheil der gewöhnlich vorausgesetzten, bei geringen Belastungshöhen und bei Weiten von bis etwa 10^{m} betragen, die Kostenfrage hiermit, so weit es sich um einen Vergleich mit Eisenoberbau auch für Neubauten handelt, als erledigt gelten können.

Jedoch kann das Belehrende, was aus dem Vergleich betreffs der Prenzlauer Chausseebrücken zu gewinnen ist, hiermit nicht endigen. Wie bereits gesagt, zeigen die Entwürfe Fig. 7 bis 10 schon gegen die früheren Fig. 6, 6a u. 6b nicht zu verkennende, ganz erheblich zum Bessern, neigende Fortschritte, und es sind vor Allem die Bauten der beiden kleineren Gattungen, gegen die ihnen durch den ursprünglichen Entwurf zugedachte Gestaltung, in der letzten der beiden ihnen gewidmeten Revisionen, noch einer Verbesserung theilhaft geworden, ohne welche ihre Kosten noch grösser, als schon ohnehin der Fall ist, gewesen sein würden.

Irren wird man daher nicht, wenn man annimmt, dass durchschnittlich die Brücken Deutschlands, wenn nicht mehr, so doch eben so viel Kosten verursacht haben, als die hier für die Prenzlauer Chausseen veranschlagten, denn die den Entwürfen anhaftenden Unvollkommenheiten sind nicht Einzelerscheinungen, sondern eine Einzelerscheinung war bis jetzt ein Bau, dem die hier erwähnten Eigenschaften nicht anhaften.

Schwaabe (Secundärbahnen 1865) berechnet die Kosten für Brücken einer Meile Eisenbahn zu 15645 M. (grössere Brücken eingerechnet, welche auszuschliessen, wie der Genannte demnächst für Verfolgung seiner Zwecke dienlich erachtet, hier kein Grund vorliegt) r. 47000 M. und wenn daher für Deutschland nur 2400 Meilen mit Brücken versehener Wegelänge [5 Meilen Chausseen etwa 1 Meile Eisenbahn gerechnet] in Ansatz kommen, so hat es seit Erbauung der ersten im Jahre 1838 vollendeten Eisenbahn eine Summe von 94000000 M. mehr ausgegeben, als es ausgegeben haben würde, wenn beim Anbeginn dieser Zeit einer seiner Brückenbauer aus Gerstners Lehren im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts, oder Hagens im ersten Viertel dieses Jahrhunderts in der Akademie der Wissenschaften „Ueber Form und Stärke von Bögen“ gehaltenen Vortrage entsprechende Nutzanwendung mit Erfolg gemacht hätte.

Vielleicht hält man die angegebene Summe, weil nur von kleinern Bauwerken hergeleitet, als zu hoch gegriffen. Sie macht keinen Anspruch auf unbedingte Richtigkeit und Jedermann wolle sie nach eigener besserer Kenntniss ändern. — Sie dürfte jedoch eher zu niedrig sein, denn diese Herleitung ist erfolgt, mit Bezug auf Bauwerke, welche schon einen erheblichen Fortschritt gegen viele frühere, wie ein Blick auf die aus der Mitte dieses Zeitabschnitts Fig. 6[1] 6a, 6b, stammenden lehrt, bekunden, und sie ist erfolgt, ohne unmittelbaren Vergleich mit den noch viel kostspieligeren Eisenbrücken. — Jedoch ein Einwand wird Anspruch machen, auf die Berechtigung der Behauptung, dass jene Summe unzutreffend sei, indem ja mittelst des Eisens Bauten, andernfalls unausführbar, hergestellt seien, und diese, in jener von Schwaabe entlehnten Summe mit einbegriffen, nothwendiger Weise ausser Betracht bleiben müssten.

Zugegeben, dieser Einwand sei zum Theil berechtigt, so wird im weitern Verlauf dieser Erörterungen sich vielleicht erkennen lassen, wie gross dieser Theil oder richtiger wie klein dieser Theil bleiben würde, wenn die in Deutschland wirkenden Brückenbauer, wie dies an vereinzelten ältern Werken mittel- und süddeutscher, württembergischer insbesondere und bairischer, auch sächsischer Fachleute nachweisbar ist, von französischen Brückenausführungen mehr als geschehen, seit Perronet gelernt hätten. Mehr aber noch würde eine lediglich verständnissvolle Nachahmung (gar keine von Selbstständigkeit zeugende weitere Entwickelung) französischer Werke, nicht von Perronet und der ihm nächststehenden Zeit, sondern aus der seit 1816 etwa beginnenden Zeit entstammend, wirkungsvoll gewesen sein [und zwar gilt Letzteres sowohl für ganz Deutschland als auch für Oesterreich] um aus dem Bereich der Eisenoberbauten alle diejenigen, welche bis zur Weite von einigen 50^{m} spannen, herauszunehmen, und darüber hinaus zu gehen, wäre

dann bis zur Weite von 100m nur eine naheliegende Folge des Vergleichs der Festigkeit unseres Gesteins, mit dem gewöhnlich in Frankreich verwendeten Brückenbaustoffen gewesen.*) — Und obschon nun mit diesen Nachahmungen französischer Brücken, welche in anderer Beziehung so seltsame Halbheit bezeugen, der Fortschritt, wie er sich nunmehr jetzt bei uns entwickelt, nicht erzielt worden, die durch Anwendung von Stein für Brücken von 50m, 100m an Stelle des Eisens ermöglichten Minderkosten geringere gewesen sein würden, als oben angenommen, so ist das Eine doch bei dieser Annahme noch gar nicht in Betracht gezogen, dass nämlich die kurze Zeit seit 1838 nicht nur, sondern seit 1845, 46 genügt hat, um manche Eisenbrücken, aus verschiedenen Beweggründen schon wieder zu beseitigen und durch andere zu ersetzen. Wenn als solche Beweggründe z. B. im Lauf von 20—30 Jahren [wie dies bei den schon vor mehren Jahren untauglich gewordenen Eisenbrücken über die Havel bei Werder und Potsdam der Fall war] anzuführen sind: Zunahme des Verkehrs und durch diese Zunahme vermehrte Geschwindigkeit gewichtigerer Locomotiven, in Folge welcher Gewichts- und Geschwindigkeitszunahme die ursprünglich angewendeten Eisenoberbauten nicht mehr ausreichende waren, so sind diese und ähnliche Beweggründe im vorliegenden Fall nur als sprechende Zeugnisse dafür zu erachten, dass die obgedachte Voraussetzung einer möglichen Minderausgabe von 94000000 M. eher zu gering, als zu hoch gegriffen ist, insofern noch kein Beispiel bekannt geworden ist, dass ähnliche Beweggründe in Deutschland die Ursache von Beseitigung und Umbau von Bogenbrücken werden mussten. [In Oesterreich liegen solche Beispiele des nothwendigen Umbaus allerdings vor; die Ursachen derselben werden immer auf den Grundbau, auf massenhafte Anwendung schlechten Mauerwerks zurückzuführen sein; auch in Deutschland wird es vielleicht an derartigen Vorkommnissen nicht fehlen, und eine wie grosse Rolle dabei das mit unzweckmässigem Mörtel ausgeführte Mauerwerk spielt, ist bei mancher grossen Brücke, in deren Fugen Mörtel oft kaum noch auffindbar, unverkennbar.] Erhebliche Beeinträchtigung erleiden aber durch die bei Eisenoberbauten gemachten Erfahrungen die in die Zukunft weit hinausgreifenden Vermuthungen, welche a. n. O. zur Begründung ihrer Billigkeit dahin gemacht sind, dass eine 90jährige Dauer derselben anzunehmen sei, und seien daher hier die Worte grosser Männer, A. v. Humboldts und Stephensons in's Gedächtniss zurückgerufen, welcher erstere bei Gelegenheit einer Erörterung der Wichtigkeit, welche der Hagensche Vortrag in der Berliner Academie der Wissenschaften „über Bogenform und Stärke" für das Leben habe, im Jahre 1853 erzählte. Beispielsweise sei erwähnt: Die städtischen Behörden von Prag kennen den Werth von Steinbrücken seit 5 Jahrhunderten, und seit 2 Jahrzehenden eiserne Brücken in mehrfachen Formen, für gewöhnliche Zwecke und Eisenbahnen. Nach solchen Vergleichen wählen sie nicht eiserne Brücken sondern bauen Steine.

Warnung vor Fehlschlüssen aus der bei Fig. 12 bis 15 nachgewiesenen Gesetzmässigkeit.

Es könnte begegnen eine grosse Anzahl unrichtiger Folgerungen aus der Gesetzmässigkeit, die aus der Tabelle lfde Nr. 16. 17. 18. 19 hervorleuchtet, wenn alle ihre Ergebnisse vor der Prüfung in genügender Richtigkeit bestehend gefunden worden sind, zu ziehen, und daraus Schlüsse auf die Anordnung von Bogenbrücken zu machen, welche nichts weniger als berechtigt sind. — Diese im Voraus zu erkennen und aufzuzählen, dürfte nicht möglich, jedenfalls aber wenn möglich, sehr weitläufig sein. — Um diesem zu begegnen, möchte das wirksamste Mittel sein, hinzuweisen auf

*) Es muss als eine Ausnahme unter den Deutschen, namentlich unter Norddeutschen, Geh. Oberbaurath Hartwig genannt werden, welcher nicht etwa nur einmal, sondern öfter auf die handwerksmässig (so ist die richtige Bezeichnung seiner Empfehlung) empfehlenswerthe Ausführung französischer Bauwerke die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Dass diese Empfehlungen wenig oder keinen Erfolg hatten, dürfte eben in dem Handwerkmässigen liegen, da nur Thatsachen angeführt, aber keine Beweise, weshalb dies Handwerksmässige, diese Methode Empfehlung verdiene, gebracht wurden. — Ebenso ist der Ing. Franz Kräuter in Wien als eifriger Anwalt und Lobredner franz. Werke mit gleichen Gründen wie Hartwig aufgetreten.

Fig. 16. 17. 18, eine Folge von Bauwerken mit ebenfalls ähnlichen Nutzöffnungen und mit derselben Belastungshöhe, wie Fig. 12—15, für welche:

S. B. Sohlen-Breite = 5 x,
G. B. grösseste Breite = 17 x = 2 y,
F. H. Höhe von der Sohle bis Fuss des Bogens = 4 x,
G. H. „ „ „ „ „ Schluss „ „ = 5. x.

Zusammenstellung für Brücken Fig. 16. 17. 18.

1. Laufende Nr.	2. Nr. der Figur.	3. T. B.	4. G. B.	5. F. H.	6. B. H. = 2 y.	7. K. H.	8. Kosten im Ganzen. Mk.	9. Kosten für die Nutzeinheit. Mk.	10. Flächeninhalt der Nutzöffnung. □-M.	11. Flächeninhalt der Mauerquerschnitte. □-M.	12. Verhältniss der Oeffnung zum Mauerquerschnitt.
28	16	3,0	10,2	2,4	3,0	3,70	2600	131	19,8	9,6	$\frac{100}{49}$
29	17	2,0	6,8	1,6	2,0	2,53	1000	114	8,8	3,69	$\frac{100}{43}$
30	18	1,0	3,4	0,80	1,0	1,4	220	100	2,2	0,81	$\frac{100}{38}$

Die bestehende Gesetzmässigkeit ist auch hier deutlich erkennbar, aber die Regeln des Gesetzes sind andere, als bei Fig. 12. 13. 14. 15, und geben zu vielem Nachdenken, darf man wohl annehmen, Anlass. — Eins vor Allem geht leicht aus dem Vergleich der Spalten 8 bis 12 in dieser und der vorhergehenden Zusammenstellung hervor, dass nämlich Massen und Kosten mit der grössern Höhe sich bedeutend verringern, denn dort kostet ein Bauwerk von 15,84 □M. Nutzöffnung 3300 Mk. oder die Nutzeinheit 209 Mk., hier ein solches bei etwas grösserer Höhe, (bei gleichen Einheitspreisen der Baustoffe und für die gleiche Abmessung des Längsschnitts von 9^m berechnet) bei 19,8 □M. Nutzöffnung 2600 Mk. oder die Nutzeinheit 131 Mk.

Selbstredend können genaue Schlussfolgerungen über den Einfluss der Höhe aus diesen Beispielen nicht gezogen werden, doch muss, um der mehrfach bereits als fehlerhaft bezeichneten, allgemein verbreiteten Ansicht, die Längen der Brücken zu vermehren, wo es gestattet ist, ihre Höhe wachsen zu lassen, auch diese Gelegenheit zu einem Hinweis benutzt werden.

Bogenbrücken mit grossen Belastungshöhen für die Mosel- und Fischbachbahn.

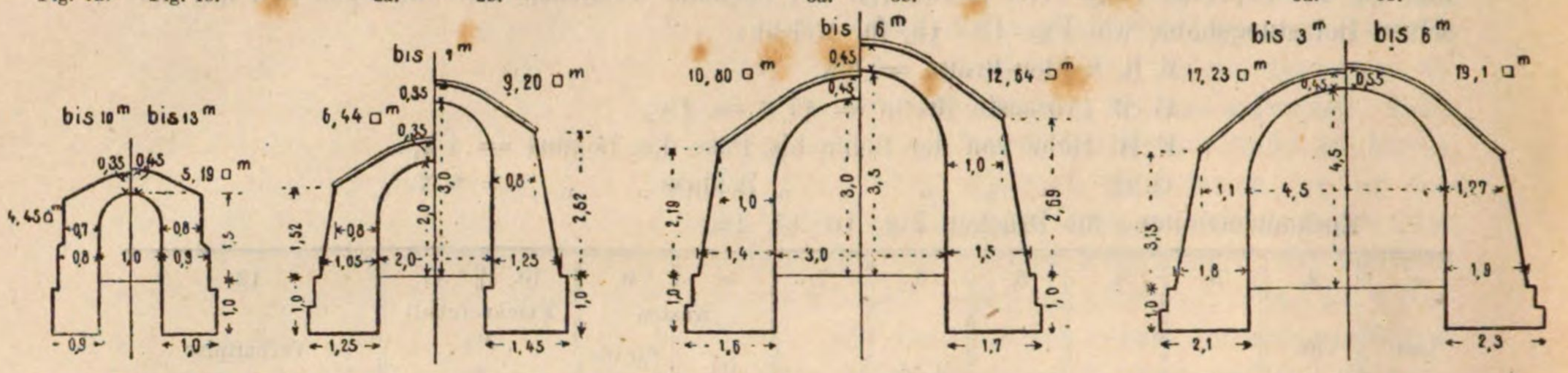
Als grosse Belastungshöhe soll, wie erwähnt, eine solche von 7^m angesehen werden, und zwar aus dem ganz äusserlichen Grunde, weil eine Anzahl Bogenbrücken, wie sie nach zutreffendern, richtigern Grundanschauungen in grösserer Menge und einer bis 8^m Weite ausgedehnten Stufenfolge der allmählig anwachsenden Grösse wohl noch nicht ausgeführt, oder nicht allgemein bekannt geworden sein dürften, in der d. Bauz. mit ähnlichen, theils grössern Belastungshöhen veröffentlicht worden sind. — Für ganz kleine Bauten ist auch eine Belastungshöhe bis 14^m in Betracht zu ziehen.

Wenn die Mosel- und Fischbachbahn-Bauwerke dennoch in Betreff der Entwürfe nicht frei von einigen Fehlern sind, so ist ihre Betrachtung eben deshalb sehr lehrreich, und wird es besonders dadurch, weil diese Fehler um so geringfügiger werden, je mehr deren Urheber, ohne den Grund zu kennen und lediglich Aeusserlichkeiten folgend, das Glück hat, einer den Forderungen des Bogens entsprechendern Bogenlinie sich mehr und mehr zu nähern.

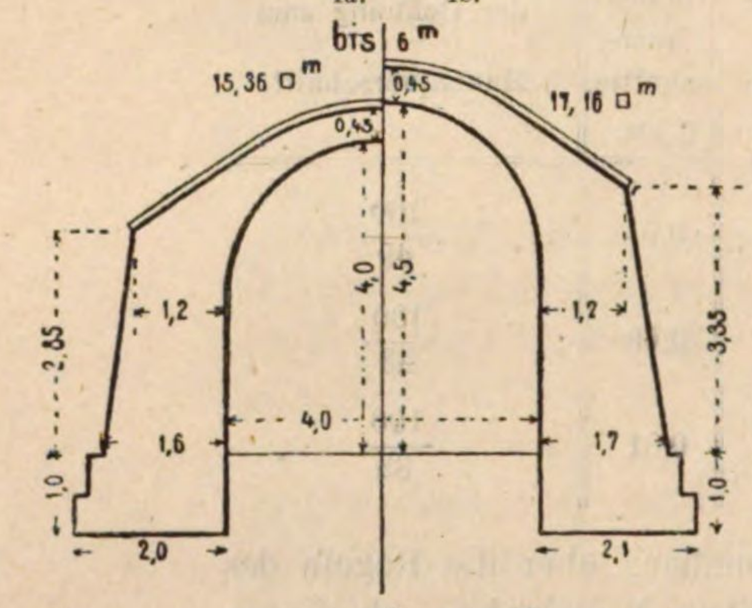
c Bericht der deutschen Bauzeitung, Jhrgg. 1877. Nr. 62 entnommen.

a) Die Wege-Ueber- und Unterführungen, Durchlässe und kleineren Brücken bei Eisenbahnen pflegen vermöge der grossen Anzahl, in der sie auftreten, einen nicht unerheblichen Theil der Baukosten der Bahnen in Anspruch

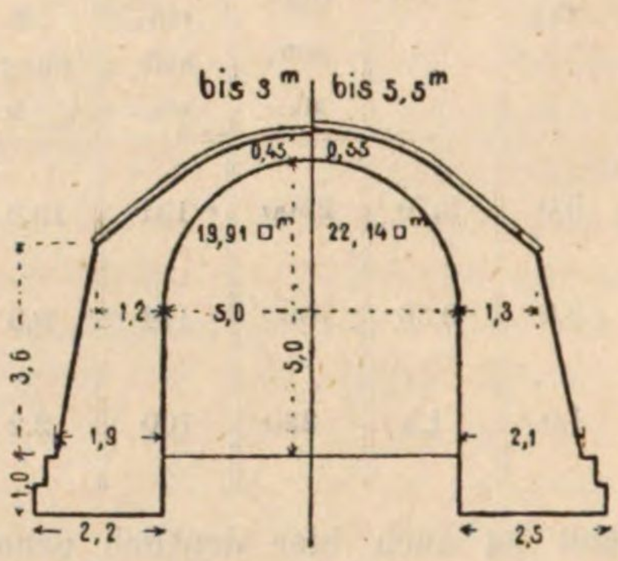
Fig. 1a. Fig. 1b. 2a. 2b. 3a. 3b. 5a. 5b.

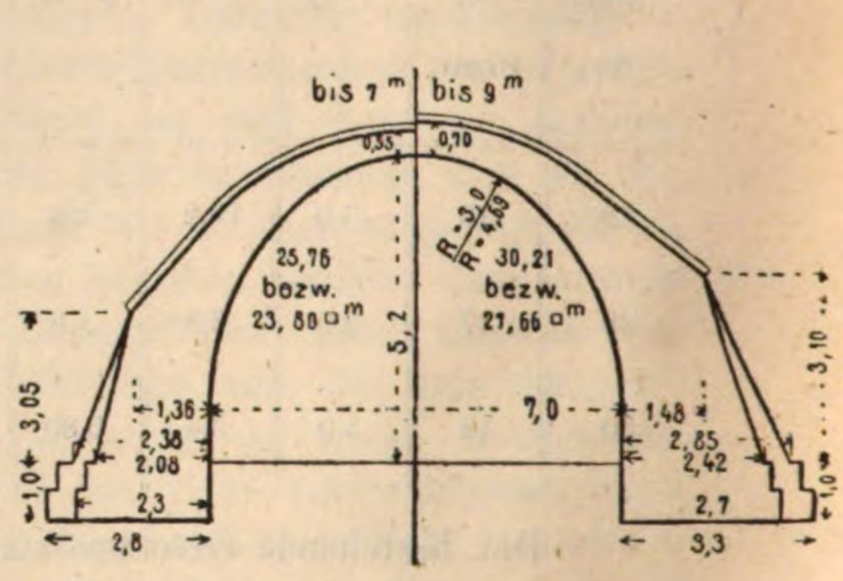


4a. 4b. 6a. 6b. 8a. 8b.

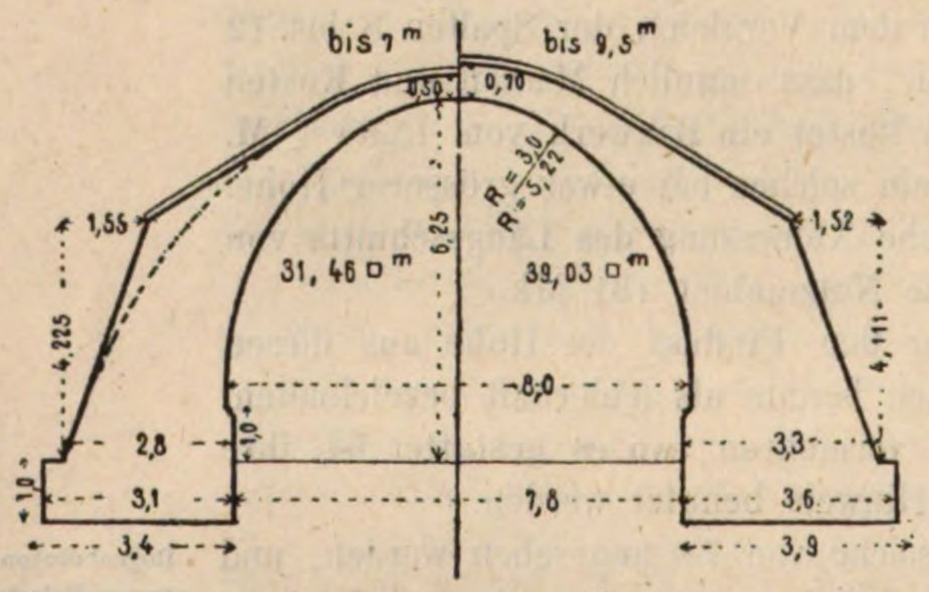


9a. 9b.

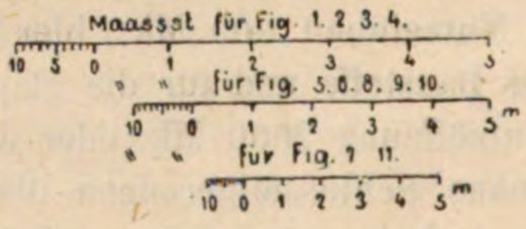


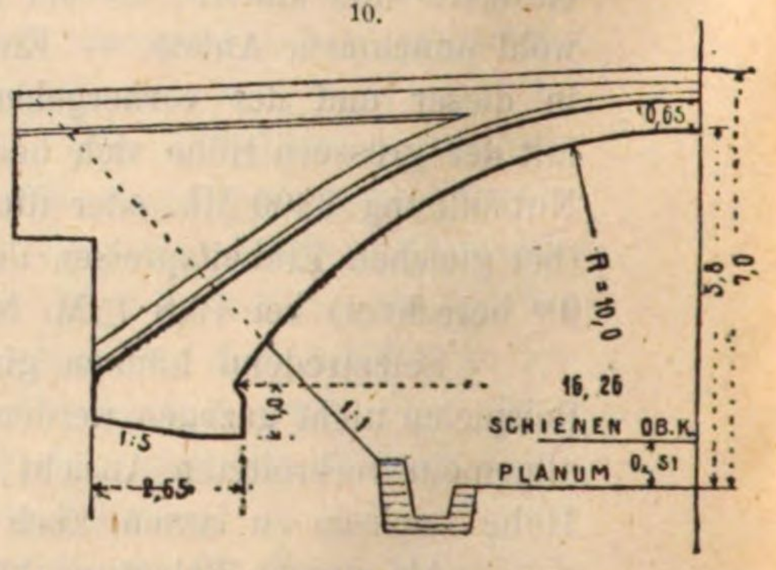


10.

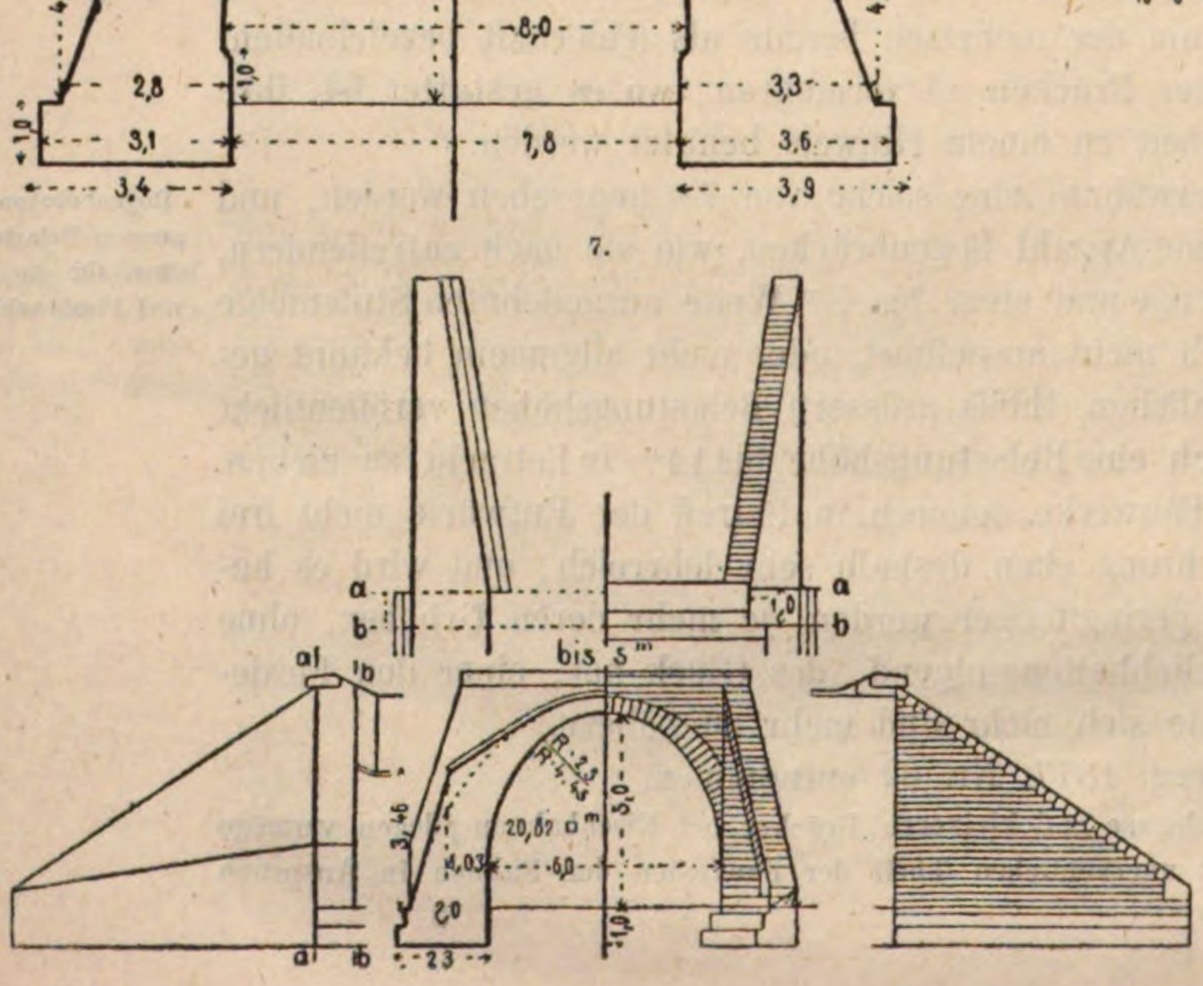


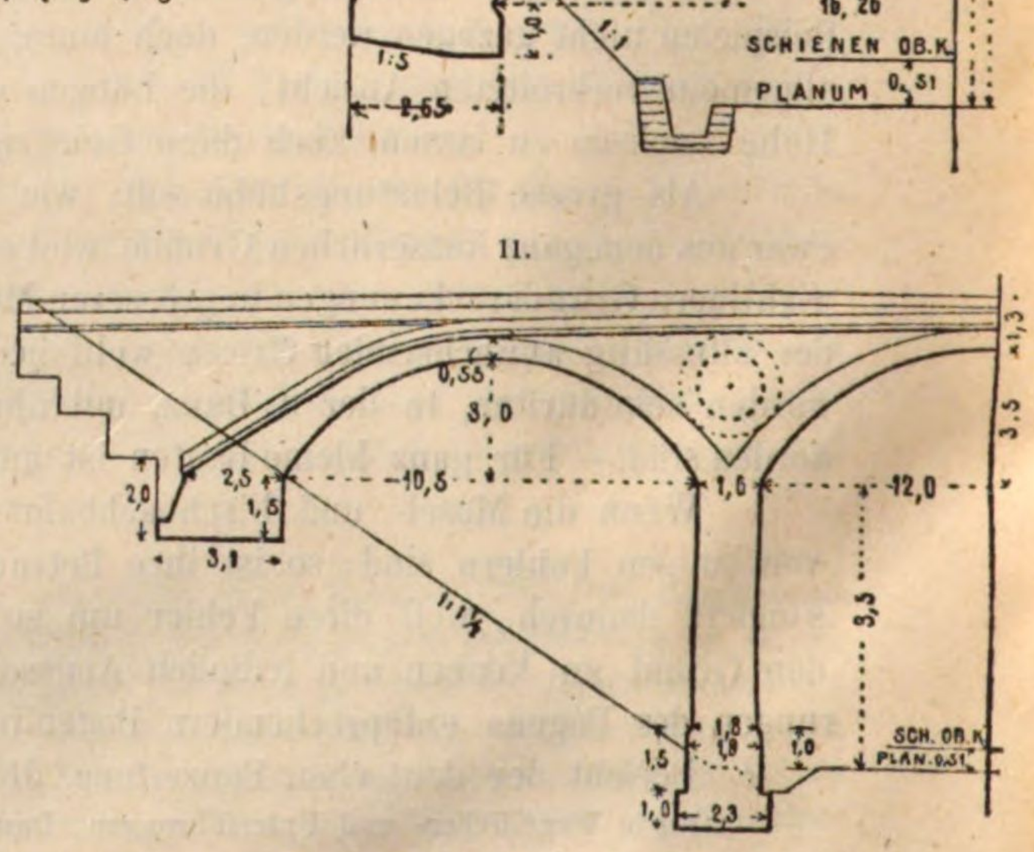
7.





11.





zu nehmen. Sie verdienen somit eine grössere Beachtung, als ihnen mit Rücksicht auf Unscheinbarkeit und geringe Abmessungen wohl zugewendet wird; insbesondere müssen ihre Kosten ein auf Minimum eingeschränkt werden, soweit dies mit den Forderungen der Solidität nur irgend vereinbar ist.

b) Dem Ingenieur, welcher an den Entwurf einer Bahn heran tritt, kann es daher nur erwünscht sein, ein möglichst ausgiebiges Material an älteren Ausführungen zur Hand zu haben, um es zur Basis seiner Verbesserungen und Vervollkommnungen zu machen. Es wird, indem man das, was an den älteren Arbeiten als gut und brauchbar anerkannt werden muss, beibehält, jedenfalls an Zeit gespart gegenüber einer Projektirungsweise, die ohne solche Vorgänge an's Werk geht.

c) Von diesem Gesichtspunkt aus dürfte die folgende Mittheilung über die für gewölbte Bauwerke der Moselbahn und Fischbachbahn im technischen Neubau-Zentral-Büreau der Eisenb.-Direktion in Saarbrücken ausgearbeiteten Normalien nicht ohne Nutzen sein.

Bei den umstehend skizzirten Entwürfen, welche in Bruchsteinbau zur Ausführung kommen, musste auf sehr verschiedenes Material gerücksichtigt werden. Bei den angestellten Zerdrückungs-Versuchen schwankte die Bruchfestigkeit der Steine zwischen 125 und 500^{k} pro $\square^{cm}$; die untere Grenze lag bei dem weichen Buntsandstein, wie er besonders in unmittelbarer Nähe Saarbrückens bricht, die obere bei dem Grauwackenschiefer der mittleren und unteren Mosel. Die festeren Sandsteinsorten, namentlich die Kohlensandsteine des Saarbrücker Kreises, sowie die besten Buntsandsteine an der Mosel schwankten im allgemeinen zwischen 300 und 400^{k} pro $\square^{cm}$ Druckfestigkeit. Von dem an der oberen Mosel verwendeten Muschel-Kalkstein (Triasgruppe) sind keine Proben zerdrückt worden. Dieser Stein ist aber jedenfalls ein sehr hartes und ganz vorzügliches Material.

e) Beachtet man nun noch, dass auch hinsichtlich der Festigkeit des unter den örtlichen Verhältnissen zu erzielenden Mörtels ziemliche Verschiedenheit obwaltet, so erhellt, dass um allen diesen Verhältnissen Rechnung zu tragen, nicht überall auf minimale Stärken herabgegangen werden konnte. Es ist dies aber bei so kleinen Bauwerken auch aus praktischen Gründen nicht zu empfehlen, zumal die Aufsicht bei der Ausführung hier nicht überall eine so strenge und unausgesetzte sein kann, als bei grösseren Objecten.

f) Trotzdem dürfte eine Vergleichung der vorliegenden Normalien mit denen anderer Bahnen hinsichtlich des Materialaufwandes in der Regel nicht zu Ungunsten jener Normalien ausfallen. In den beigefügten Figuren 1—9 sind der Raumersparniss wegen nur die halben Querschnitte gezeichnet worden. Die beigeschriebenen Quadratinhaltes beziehen sich indess auf die vollen Querschnitte einschl. Fundament bis 1^{m} unter Bauwerksohle.

g) Behufs Feststellung der Form und der Stärken der Durchlässe und Unterführungen wurden einige Querschnitte, namentlich die grösseren, durch Einzeichnen von Stützlinien statisch untersucht, der Rest der kleineren durch Interpoliren bestimmt. Bei der Konstruktion der Stützlinien wurde der Erddruck als horizontal, mit der Kraft $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} h^2$ wirkend in Rechnung gezogen und das spezifische Gewicht der Erde $= \frac{1}{5}$ desjenigen des Mauerwerks, das Gewicht von 1 kb^{m} Mauerwerk $= 2300^{k}$ gesetzt. Die Maximal-Ueberschüttungshöhen für jeden Querschnitt, deren Grösse, vom äusseren Gewölbescheitel an gemessen, den Figuren beigeschrieben ist, sind so bestimmt worden, dass die Kantenpressungen an den gefährlichen Punkten des Querschnitts bei wahrscheinlichster Lage der Stützlinie etwa 12^{k} pro $\square^{cm}$ erreichen, wärend der Druck auf den Baugrund bei gleichmässiger Vertheilung der Last etwa 5^{k} auf das $\square^{cm}$ beträgt. Dass die Annahme gleichmässiger Vertheilung der Last auf den Baugrund bei der Wirksamkeit des Erddrucks zulässig sei, wurde für die gewählten Querschnitte durch die Stützlinien nachgewiesen.

h) Besteht der Baugrund aus Fels, so ist eine Einschränkung der Fundamentbreite insoweit zulässig, dass auch hier die für das Mauerwerk gewählte Pressung erreicht wird.

i) Für die grösseren Gewölbe wurden daher je zwei Querschnitte, einer für Erd-, der andere für Felsen-Baugrund entworfen. Bei dem 7^{m} weiten Gewölbe (Fig. 8) sind beide Querschnitte eingezeichnet. Von dem 6^{m} weiten Gewölbe ist nur der schwächste für Erdbaugrund berechnete Querschnitt mitgetheilt.

k) Bei den Bauwerken von weniger als 6^{m} Weite ergab sich die mit Rücksicht auf den Felsen zu erzielende Ersparniss als so gering, dass die Unbequemlichkeit, überall doppelte Querschnitte zu haben, nicht mehr aufgewogen ward. Diese Bauwerke sind daher sämmtlich für Erdbaugrund (d. h. mit 5^{k} grösster Pressung) berechnet und werden auch auf Felsen unverschwächt zur Ausführung gebracht.

l) Das 8^{m} weite Gewölbe (Fig. 9) ist eigentlich nicht als Normalie entworfen, sondern gehört einem nahe bei Saarbrücken belegenen Bauwerk der Fischbach-Bahn an. Die Pressungen im Gewölbe erheben sich hier bis rot. 14^{k} — im Baugrund, welcher aus festem, dem Sandstein nahe kommenden Sande besteht, bis etwa 6^{k} pro $\square^{cm}$.

m) Als Wölbform ist nur bei den kleinsten Bauwerken, bis 1^{m} Weite, der Stichbogen angewendet, um nicht zu spitze Wölbsteine zu erhalten. Bei Gewölben bis zu 5^{m} Weite schliesst sich für die durchschnittlich vorkommenden Ueberschüttungshöhen, wenn man den Erddruck als wirksam annimmt, die Halbkreislinie ziemlich gut an die Stützlinie an, die deshalb auch für diese Weiten als Wölblinie gewählt worden ist. Bei grösseren Spannungen ist diese Wölblinie dann noch vorheilhaft, wenn sehr geringe Ueberschüttungshöhe vorhanden ist. Sie kommt deshalb

bei einzelnen, 7 und 8m weiten, so belegenen Bauwerken der Moselbahn vor; im allgemeinen empfiehlt sich aber von 5m aufwärts mehr die Anwendung dse Korbbogens, wie er in den Fig. 7, 8 und 9 gezeichnet ist. Die ästhetische Erscheinung desselben ist nach meinem individuellen Urtheil durchaus keine ungünstige; wenigstens gilt dies von dem 7m und 8m weiten Querschnitt, während bei dem 6m weiten allerdings die Differenz der beiden Radien etwas zu gross ist, um in der Ausführung angenehm wirken zu können.

n) Ein Unterschied zwischen Widerlager, Gewölbe und „Hintermauerung" ist, da er sich theoretisch nicht begründen lässt, in den vorliegenden Entwürfen nicht gemacht. Es wird vielmehr vom Kämpfer an mit radialen Fugen und keilförmigen Schichten bis zur hinteren Leibung durchgemauert, so das die eigentliche Hintermauerung fehlt. Die äussere Begrenzung des Querschnitts konnte daher ziemlich genau dem durch die Stützlinie gebotenen angeschlossen werden; doch ist dieselbe, abgesehen von dem oberen, mittleren Theil, in geraden Linien geführt, so zwar, dass die Gewölbe-Abdeckung nirgend eine steilere Steigung als $1 : 1\frac{1}{4}$ annimmt. Das schien durch die für die grösseren Gewölbe in Aussicht genommene Abdeckung mittels Ziegel-Flachschicht und darauf gelegter Asphaltlage geboten.

o) Die kleineren Gewölbe, bis zu 2 m Weite, werden nur mit einer Zementputz-Schicht abgedeckt. Wollte man diese Abdeckungsart, welche sich bei gutem Material und sachgemässer Ausführung wohl bewährt, auch für grössere Weiten gelten lassen, so würde nichts im Wege stehen, sich der theoretischen Gewölbeform noch mehr zu nähern und den Querschnitt an der hinteren Seite etwa nach den in Fig. 7 und 9 einpunktirten Linien zu begrenzen. Man würde dann den Zementputz bis auf das Fundament hinabführen und könnte zur grösseren Sicherheit noch den Bauwerksrücken mit Asphaltfilz abdecken, indem man die Rollen vom Scheitel auf die steilen Theile der Flächen hinab hängen lässt.

p) Dem Abdrücken der Stirnen, welches bei hohen Dammschüttungen leicht vorkommt und welches bei der gewählten Querschnittsform allerdings mehr zu beachten ist als bei Gewölben mit der früher üblichen hohen Hintermauerung, ist durch möglichste Einschränkung der Stirnflächen und Vorrückung der Flügel in die Flucht der Widerlager begegnet.

q) Die Skizze Fig. 7 zeigt als Beispiel die im allgem. durchgeführte Anordnung. Dieselbe hat nebenbei den Vortheil, dass sie für die Massenberechnung sehr bequem ist. Während nämlich sonst in der Regel am Ansatzpunkt der Flügel verzwickte Körperformen auftreten, deren Inhaltsberechnung sehr zeitraubend ist, besteht hier das Ganze aus einfachen prismatischen und obeliskartigen Theilen. Die Bauwerkstirn wird von einem 1 m breiten Prisma gebildet, welches durch die senkrechten, parallelen Ebenen *a a* und *b b* begrenzt wird. Jeder Flügel ist ein obeliskartiger Körper zwischen der Ebene *a a* und der ihr parallelen äusseren Endfläche des Flügels.

r) Die Vorderfläche der Flügel ist senkrecht. Die Neigung dieser Ebene gegen die Bauwerksaxe wird für gewöhnlich so bestimmt, dass, wie in Fig. 7 dargestellt, im Grundriss die Hinterkante des Flügels die geradlinige Fortsetzung der Hinterkante des Gewölbewiderlagers bildet. Bedingen die örtlichen Verhältnisse eine stärkere Flügelneigung, so kann bis zu einem gewissen Grade derselben doch noch die für die Berechnung einfache Grundform der Anordnung beibehalten werden.

Um unter den in Rede stehenden Bauwerken Fig. 1 bis 7 eine thunlichst gleichmässige Stufenleiter zu bilden, ist in der nächstfolgenden Zusammenstellung Fig. 5 fortgelassen, weil dadurch eine regelmässig um 1m wachsende Weitenzunahme erfolgt:

Zuvörderst ist's der Querschnitt, der Beachtung fordert.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lfde. Nro.	Nro. der Figur.	lichte Weite. m	lichte Höhe. m	Inhalt der Nutzöffnung. m	Inhalt der Mauerquerschnitte. m	Verhältniss der Oeffnung zum Mauerquerschnitte m	Mittelgrössen für gleiche Weiten. Nutzöffnung. m	Mittelgrössen für gleiche Weiten. Mauerquerschnitte. m	Verhältniss der Mittelwerthe aus Spalte 8 & 9.
				Für Ueberschüttungshöhen bis 14m					
31	1a	1	1,5	1,39	4,45	100/320	1,39	4,82	100/345
32	1b	1	1,5	1,39	5,19	100/370			
				Für Ueberschüttungshöhen bis etwa 7m					
33	2a	2	2	3,57	6,44	100/180	4,57	7,82	100/170
34	2b	2	3	5,57	9,20	100/160			
35	3a	3	3	8,03	10,80	100/133	8,83	113,7	100/130
36	3b	3	3,5	9,63	12,64	100/131			
37	4a	4	4	14,28	15,36	100/110	15,28	16,3	100/110
38	4b	4	4,5	16,28	17,16	100/110			
39	6a	5	5	21,3	19,91	100/94	21,3	21,0	100/100
40	6b	5	5	21,3	22,14	109/104			
41	7	6	5	26,13	20,62	100/80	26,13	20,62	100/80
					von 33 bis 41 = Sa.	76,31		77,44	500/590 oder 100/118

Der Anblick der Spalte 7 dieser Zusammenstellung ist höchst belehrend, aber was sie lehrt, ist wohl, auf vollendete Thatsachen bezogen, nicht zur Nachahmung geeignet.

Zuerst folgt aus ihr, die früher bei den Prenzlauer Chausséebauten schon nachgewiesene Thatsache, dass die kleinen Bauten unverhältnissmässige Massen und Kosten beanspruchen, dass hier, ähnlich wie dort, die wohl nicht zu rechtfertigende Erscheinung auftritt, welche, in Worte gefasst, lauten würde: „Bei gleichen Baustoffen sind die erforderlichen Massen pro Nutzeinheit um so grösser, je kleiner das Bauwerk.“

Beispielsweise: Für Nr. 31 und 32 ist die Nutzöffnung etwa $\frac{1}{20}$ von Nr. 41 $\left(\frac{26,13}{1,39}\right)$; und es erfordert daher 26,13 □-M. Nutzöffnung, nach Nr. 31 (Fig. 1 [a]) gebildet = 89 □-M., nach Nr. 32 (Fig. 1 [b]) gebildet sogar 100 □-M. Mauerquerschnitt, während bei Fig. 41. nur 20,62 □M. erforderlich sind; also dort 4 bis 5fach mehr als hier.

Dies ist die allergünstigste Beurtheilung, ohne Berücksichtigung des Längenschnitts. — Wird dieser mit in Betracht gezogen, so ergiebt sich, wenn die Kronenbreite etwa für eine eingeleisige Bahn zu 4[m] und $1\frac{1}{2}$fache Böschung angenommen wird, für das mit 5[m] Höhe überschüttete Bauwerk Nr. 41. die Länge von 19[m], für das 13[m] hoch überschüttete Bauwerk Nr. 32. die Länge von 43[m]; es kostet also in letztern die Einheit der Nutzöffnung etwa 10fach mehr als in ersterem.

Es ist nothwendig, auf die Spalte 7 dieser Zusammenstellung zurückzukommen, wenn die sub Litt. a bis r aufgezählte Reihe der Gedanken des Berichterstatters e, welcher der Wahrheit so nahe, diesen Fehlern nicht entgehen konnte, einzelner Prüfung und Würdigung unterzogen wird. Zunächst werde, da es dem Brückenbauer gewiss nöthig ist, offenen Auges und offenen Sinnes sich den Wald nicht durch Bäume verdecken zu lassen, sondern in den Bäumen den Wald zu erkennen, um die Ermittelungen werthzuschätzender mathematischer Kenntnisse, die Früchte des Zeichnens und Rechnens nicht verkümmern zu lassen, auf Einzelnheiten, die sofort in die Augen fallen, so zu sagen handgreifliche Bedenken wach rufen, die Aufmerksamkeit gelenkt.

Greifbare Widersprüche in den Bogenstärken Moselbahnbrücken.

A. Fig. 3 [a], 3 [b], 4 [a], 4 [b] haben übereinstimmende Belastungshöhe 6[m] und Scheitelstärke 45[cm]; dennoch soll diese für 3[m] Weite dort, und hier für 4[m] Weite gleiche Sicherheit gewähren!

B. Fig. 5a und 6a haben ebenfalls übereinstimmende Belastungshöhen 3[m] und Scheitelstärke 45[cm]; dennoch soll diese sowohl für 4,5[m] als für 5[m] Weite genügen!

C. Vergleich von A und B ergiebt:

45[cm] genügte dort bei 4[m] Weite bis 6[m], hier aber bei 4,5[m] Weite nur noch bis 3[m] Belastungshöhe; welche Sprünge?!

D. Fig. 5b, 6b und 8a haben gleiche Stärke 55[cm], und bez. 4,5, 5,0 und letztere sogar 7[m] Weite, und während bei dieser grössesten Weite 7[m] Belastungshöhe als zulässig erachtet wird, soll sie für die geringeren Weiten nur bis 5,5 und 6[m] Weite zulässig sein! — Ist das als richtig denkbar, da die Krümmungshalbmesser der innern Bogenleibungen bez. 2,25, 2,5 und 3,0[m] sind? —

Vielleicht wird ein aufmerksamer Leser zum Einwand geneigt sein, dass bei Fig. 8 ein anderes, und zwar ein richtigeres Bildungsgesetz für die Oeffnung vorliegt, als für die beiden andern Figuren. Trotzdem dies der Fall ist, können die gewählten Maasse die Prüfung nicht bestehen, da der geringste Halbmesser dieser allerdings besser angeordneten Oeffnung 3[m], also immer noch grösser, als die Halbmesser der beiden anderen Figuren ist.

Es mag hiermit genug sein, da sich die Aufzählung der handgreiflichen Unwahrscheinlichkeit noch sehr weit ausdehnen liesse.

Der Text des Berichts e und somit dem Gedankengange seines Verfassers folgend, wird durch ihn bestätigt.

ad a. Der erhebliche Baukostenantheil, welcher für die kleineren Brücken verwendet werden muss, und das beklagenswerthe Bekenntniss wie die verurtheilenswerthe Thatsache, dass ihrem Entwurf nicht so grosse Beachtung, als sie verdienen, oft zugewendet sei. Dieses Bekenntniss dürfte aber leider auch noch gültig für die Entwürfe von e befunden werden.

ad b. Für den Brückenbauer wird daher, nach Ansicht von e, der Rückblick auf ältere Bauten in möglichster Menge erwünscht sein, um sie zur Grundlage seiner Vervollkommnungen zu machen, und daraus wird sich Zeitersparniss ergeben. Allerdings ist der Rath und dies Beginnen zu loben, doch dürfte auch dem Verfasser e aus eifrigerem Studium vorhandener, ge- und misslungener Bauwerke mancher bislang noch vermisste Vervollkommnung erwachsen sein und der

ad c. aufgestellte Gesichtspunkt, dass die Nachahmung der von ihm mitgetheilten Bauwerke von Nutzen sein könne, dürfte wahrscheinlich zutreffender sein; so wie dieselben sich jetzt darstellen, dürfte vor ihrer Nachahmung von ersten bis zum letzten, möge diese Nachahmung Querschnitt oder Längsschnitt betreffen, nur gewarnt, hingegen kann nur empfohlen werden, auf den Standpunkt der Erkenntniss von e, welcher bei einigen folgenden wichtigen Punkten zu Tage tritt, sich mit einem ersten Schritt zu stellen und folgerichtig, dieser Erkenntniss gemäss, zu verfahren.

ad d. Vom bis dahin fast ausschliesslich üblichen Wege ab- und auf einen richtigeren einlenkend zieht e die Druckfestigkeit und zwar zuvörderst die der zu verwendenden Bruchsteine, bei welche er eine solche von 625 bis 2500^{m}, mit Ausschluss der festesten, welche er als sehr hart und ganz vorzüglich gar nicht untersucht und

ad e. die der Mörtel, welcher er allerdings nur mit einigen Worten als ziemlich verschiedener gedenkt, in Betracht. Man wird nun gut thun, wieder einen Blick der unter lfde. Nro. 31—41 mitgetheilten tabellarischen Zusammenstellung zu widmen. Aus deren Spalte 7 leuchtet hervor: Massen- und Kostenverschwendung bei allen den Bauwerken von geringern, aufwärts zu grössern Weiten ganz zweifellos für den Fall, dass, — wie ja der Berichterstatter e dies bekennt — dieselben Baustoffe unterschiedslos zu grösseren, wie kleineren Brücken verwendet werden. — Um die gewiss nicht zu beschönigende Gelassenheit des Brückenbauers, welche sich hier ausspricht auf nachkommende Geschlechter nicht zu vererben, denke man sich den Fall, dass eins oder einige der kleinsten Bauwerke mit dem druckfestesten Gestein von 2500^{m} (vielleicht ist sie sogar von 4000, 5000^{m} für die nicht untersuchten aber als vorzüglich harten Muschelkalksteine anzunehmen), die grössesten aber mit 625^{m} druckfestem Gestein zur Ausführung gelangen. Es ist dann für die grössesten, bei welchen 60 bis 70^{m} Druckfestigkeit nach den Berechnungen des Verfassers beansprucht wird, immer noch 8 bis 10fache Sicherheit vorhanden, wenn seine Berechnungen ebenso richtig, wie seine Anordnungen zuverlässig und treffend wären. Es wird vielleicht eingewendet, dass dergleichen gar nicht vorkommen könne. Doch kann es nicht nur vorkommen, wo die Erkenntniss dessen, was nothwendig ist, fehlt, wo der Zufälligkeit freier Spielraum gegönnt ist, und wo, wie e sagt, ein so grosser Werth auf strenge und unausgesetzte Aufsicht gelegt wird, dass, weil sie unausführbar, auf ihren wirksamen Einfluss verzichtet wird; auch ist es nur nöthig, den Fall anzunehmen, dass in einem der Bauwerke dieser grössern und grössesten Gattung die Schlussschicht von dem Gestein mit 625^{m} Druckfestigkeit und alles Uebrige mit Gestein von 500^{m} hergestellt werde, und der Erfolg ist derselbe, wie vorhin nachgewiesen, dass hier also in den grössesten Bauwerken noch eine 8—10fache, und in den kleinern eine vielleicht 40fache Sicherheit vorhanden, wenn die statische Anordnung thatsächlich den Ansprüchen von e in der von ihm vorausgesetzten Weise genügte. Nun wird doch unbedingt zuzugeben sein, dass wenn von der Druckfestigkeit des Steins überhaupt ein Vortheil gezogen werden soll, das Gestein mit 2500^{m} an richtiger Stelle

verwendet, vielfach mehr als das mit 6,25^{m} zu leisten vermag, und dass demgemäss die Gesammtmasse des Mauerwerks ganz erheblich vermindert werden kann, wenn man (wie früher gelegentlich von Mühlhausen i/Th. erwähnt worden ist) die oft in ein und demselben Bruche sehr verschieden festen Gesteine, je nach dieser mit Hülfe der betreffs des hierbei nothwendigen Unterscheidungsvermögen hinreichend scharfsichtigen Arbeitskräfte schichtenweis, dem in Fig. 19 durch die Buchstaben a, b, c, d, e, f, g, h gegebenen Beispiel gemäss, verwenden lässt. Hoffentlich wird dies Beispiel nicht so aufgefasst, als wäre es nöthig die angegebenen Schichtengränzen genau, oder überhaupt nur in geradlinigen Gränzen einzuhalten, es soll vielmehr nur sagen, dass die minderfesten Schichten unten, die festern mehr nach oben, und die festesten im Schluss verwendet, ein Mittel sind, verschieden druckfestes Gestein bei ein und demselben Bau behufs Kostenverringerung und grösstmöglicher Sicherheit auszunutzen, während dies nicht geschieht wenn die Ausnutzung der Druckfestigkeit in so bedeutender, wie der hier in Rede stehenden Verschiedenheit dem Zufall überlassen bleibt.

Jedoch, wenn nun auch der Mörtel, wie von e geschehen ist, so überaus nebensächlich behandelt wird, so mag die mitgetheilte Skala davor warnen, dieser Ansicht sich anzuschliessen denn ein Mörtel ungeeigneter Art ist wohl im Stande alle sonstigen Berechnungen in Frage zu stellen, und das um so mehr, wenn auch hier, wie recht oft der Fall, gerade bei Ausführung von Bögen, den verkehrtesten Anschauungen Thür und Thor weit geöffnet wird.

Weit verbreitet ist, wie bekannt, der Gebrauch eines Mörtels von Rüdersdorfer Kalk. Sein Verhalten ist sehr verschieden, je nachdem er (bei gleichem Mischungsverhältniss $\frac{2}{1}$) im Trocknen oder, wie hier in der Skala dargestellt, in feuchtem Sande, erhärten soll; denn in ersterem Fall erlangt er nach 90 Tagen 10,9 Kil. = 54,5^{m}, im Letztern nur 3,24 Kil. = 17,2^{m} Druckfestigkeit. Wäre es e begegnet, einen solchen oder ähnlichen Mörtel, gleichzeitig mit dem mindestfesten Stein bei einem der grössesten Bauten benutzt zu haben, so würden starke unerwartete Pressungen ganz unvermeidlich sein, und für die kleinsten Bauten, Fig. 1a und b würde, könnte je der Fall eintreten, dass sie die senkrecht über ihnen lagernde Last zu tragen hätten, ohne die seitlich neben ihnen gelegenen Dämme zu ihrem Schutz zu haben, ein Bruch der Stützmauern in halber Höhe, mit grosser Wahrscheinlichkeit zu erwarten sein.

Die verwendeten Gesteine, Sandsteine, Grauwackenschiefer, Muschelkalkstein saugen begierig Wasser. Es ist daher der Mörtel, welcher zu ihrer Vermauerung benutzt wird, in einer dem hier vorausgesetzten Fall ähnlichen Lage, daher man bei selbst nur geringer Erfahrung darauf Bedacht nehmen wird, einen Wasserkalkmörtel zu verwenden, welchem die Eigenschaft beiwohnt, in der Feuchtigkeit annähernd gleiche oder grössere Druckfestigkeit als im Trocknen zu erlangen. Das ist z. B. bei dem auf der Skala benannten Langenweddinger Kalkmörtel der Fall, welcher (bei gleichem Mischungsverhältniss $^1/_3$) im Trockenen um ein Geringes grössere, im Feuchten über 3fach grössere Druckfestigkeit als der Rüdersdorfer Kalkmörtel $\left(\frac{2}{1}\right)$ erlangt, und welcher ausserdem mit der Eigenschaft, als Staub in den Handel zu kommen, behaftet, dieselben grossen Annehmlichkeiten bietet, die den Cementmörteln zur Seite stehen, daher man vermuthlich ihm den Namen „Cementkalk“ beigelegt hat.

Wäre dieser Kalkmörtel, oder ein ähnlicher, selbst mit der allergrössesten Sorgfalt, mit vollkommenster Einsicht durch e zur angemessensten Verwendung angeordnet, so wären, da die grösste Druckfestigkeit desselben nach 90 Tagen 9,4 Kil. = 47,0^{m} beträgt, ähnliche unerfreuliche Erscheinungen, wie zuvor angedeutet, zu gewärtigen.

Wer aber könnte bei solchen Anschauungen wie e sie hat, wohl angemessenste Verwendung

erwarten? — Wer wird sich, wenn man Gestein von 625 und 2500^{m} und mehr Druckfestigkeit unterschiedslos behandelt, um den Mörtel kümmern? —

Die Frage wäre erlaubt, aber die Antwort lautet gar seltsam anders, als man vielleicht erwarten sollte, denn was bei der Vernachlässigung der Druckfestigkeit der Steine unwiderbringlich und vielleicht 10 fach verabsäumt ist, das soll nicht etwa selten, sondern vielleicht nach der Ansicht von 99 unter 100 Fachleuten wissenschaftlicher Bildung durch Verwendung von Portlandcementmörtel beim Bogenschluss eingebracht werden, welche nutzlose und vergebliche Ausgabe hier jedoch nicht von e beabsichtigt gewesen ist oder nicht beabsichtigt gewesen zu sein scheint und deren daher nur nebenbei gedacht sein mag. Dennoch ist sie der Erwähnung nicht unwerth, auch in Bezug auf die Mosel- und Fischbachbahn. Da, wo man sich um den Mörtel überhaupt nur ganz beiläufig kümmert, wo man die gesammten Mörtel zweier nicht unerheblicher Bahngebiete, mit den 2 Worten dass sie von ziemlicher Verschiedenheit seien, in Betreff der Wichtigkeit und Bedeutung, welche man ihnen beimisst, kennzeichnet, da wo diese Kennzeichnung Statt hat und wo es zugegebener Massen an der nöthigen strengen und unausgesetzten Aufsicht mangelt, und die noch viel nothwendigere Einsicht nach dem eigenen Bekenntniss von e immer gemangelt hat, da wird es ganz natürlich befunden werden können, dass der ungebildetere Maurer beim Bogenschluss vielleicht, wenn er sonst den Mörtel mit 3 Theil Sand und 1 Theil Kalk gemischt verbrauchen sollte, eine vermeintliche Verbesserung herbeiführt, indem er hier nur 2 oder nur 1 Theil Sand auf 1 Theil Kalk nimmt; hat er doch anderswo vielleicht schon die Anwendung befolgen müssen, derer zuvor in Betreff der Portlandcementverwendung bei Bogenschluss Erwähnung geschah.

Welche Folge würde das Mischungsverhältniss nun z. B. in Betreff dieses Mörtels von Staubkalk, sogenannten Cementkalk haben? Die der beabsichtigten Wirkung durchaus entgegengesetzte; denn bei den Mischungsverhältniss von 2 Sand auf 1 Kalk wird die Festigkeit dieser Mörtelgattung geringer, als sie beim Mischungsverhältniss $\frac{3}{1}$ ist, daher der Schluss,

1. dass die Mörtelfrage nicht so oben hin behandelt werden sollte wie e sie behandelt. — Ganz allgemein ist aber zu folgern und geht aus der oben gegebenen Erklärung des Begriffs „Bogen“ hervor,

2. dass ein Mörtel verwendet werden muss, welcher thunlichst die gleiche Druckfestigkeit wie der Stein hat und dass daher:

3. wenn die Druckfestigkeit des Bogens mit 60^{m} beansprucht wird, ein Cementmörtel gewählt werden muss, welcher wenn er nicht die vielleicht überflüssig grosse Druckfestigkeit des verwendeten Steins hat, doch ungefähr 10 fache Sicherheit bietet, = 600^{m} Druckfestigkeit hat.

4. Dass es daher im Allgemeinen als eine Verurtheilung der Maasnahmen des Brückenbauers gelten muss, wenn er von der Ausführung der Bogenbrücken mit 60 bis 70^{m} Druckfestigkeit spricht und sich nicht eines Portlandcementmörtels bedient.

5. Kalkmörtel, selbst bester Art, für diese Zwecke, wozu wohl der vorerwähnte Langenweddinger gehört, wohin gewiss der Westfälische Wasserkalk zu rechnen, kann, so weit bekannt, zweckmässige Verwendung nur für untere Schichten finden in welchen eine geringe Druckfestigkeit erforderlich; doch ist jedesmal durch Prüfungen die Druckfestigkeit festzustellen.

ad. f. Die hier ausgesprochene Erwartung, dass trotzdem diese Bauwerke andere von gleicher Bestimmung, geringerer Masse wegen, vorzuziehen sind, ist eine sehr berechtigte zu nennen.

Ein Vergleich mit den etwa 2, 6 und 7^{m} weiten Bauten, welche in Fig. 6[1], 6a, 6b dargestellt sind, bestätigt vollauf diese Berechtigung und um wie viel mehr wird man natürlich folgern, würde diese Erwartung berechtigt sein, wenn die Forderungen der Theorie besser erfüllt

wären, da ja schon ein Blick auf 6^2 hinreicht, um abgesehen von dem Nachweis durch Theorie, einen thatsächlichen Beweis zu liefern, dass die von e angewendeten Massen noch nahmhafte Verschwendung einschliessen. (Hierbei muss jedoch davor gewarnt werden 6^2 als Muster ansehen zu wollen, es ist nur eine unter Festhaltung der äussern Form gegen den ursprünglichen Entwurf 6^1 verbesserte Ausführung.)

Anerkennens- und bemerkenswerth ist jedenfalls, dass die Ausführung in Bruchstein erfolgt; aber eben wenn dieser schätzenswerthe, und wahrscheinlich auf die Nachbarschaft Frankreichs zurückzuführende Schritt geschieht, dann hat die Mörtelfrage auch eine ganz besondere Wichtigkeit, denn es ist ein Bogen „ein System sich gegenseitig stützender Theile“ und daraus folgt die Wichtigkeit gleichmässiger Festigkeit aller Theile in erster Linie.

Die Verwendung des Bruchsteins nach dem Vorbilde des benachbarten Landes, ohne die gleichzeitige Nachahmung der Verwendung eines vortrefflichen Bindemittels wie des Vassycements u. a. dessen die französischen Brückenbauer sich seit 1816 bedienen, ist ein Fehltritt welcher es zwar ermöglicht so kleine Bauten, wie die hier in Rede stehenden und zwar mit geringern Kosten als sie sonst bei uns üblich und nothwendig, zu errichten, weil in allen diesen Bauten für eine hohe Belastung eine grosse Menge Mauerwerk vorhanden ist und zufolge dieser grossen Menge von Mauerwerk erfüllen diese kleinern Bauten ihren Zweck auch bei schlechterem Mörtel, allerdings erfüllen sie ihn oft in ganz anderer Art als der Erbauer annimmt. So ist z. B. in Betreff der Bauten 1a u. b, 2b, 3b, 4b trotz ihrer verhältnissmässig grossen Mauerwerksquerschnitte die Standfähigkeit derselben mit ihrer vollen Belastung nur möglich (wenn nämlich bei ihnen ein Kalkmörtel von den vorbeschriebenen Gattungen zur Verwendung gelangen sollte) durch die Uebertragung des Drucks auf die seitlich gelegenen Dämme, wie schon erwähnt wurde. Das Erdreich erfüllt das, was die Brücken nicht erfüllen. Für weit gespannte Gewölbe mit geringen Belastungshöhen liegen die Verhältnisse aber anders, und der Leser dürfte bis zu den später angestellten Untersuchungen, die Pariser Doppelbrücke betreffend, ein etwa, mit dem Vorstehenden seinerseits versagtes Einverständniss, dann willig gewähren.

ad. g. In den hier folgenden Mittheilungen giebt e nun des Weitern Kunde, dass er auf einem weiten Wege, indem er die Halb-Kreislinie in gar vielerlei Zusammensetzungen (Stichbogen) Korbbogen oder auch als reinen Halbkreis als Bogenform verwendet, auf einem wissenschaftlich gefesteten Boden stehend und von richtigen Anschauungen getragen, welche in Früherem dahin erörtert sind, dass eine Bogenbrücke ein lediglich zur Entlastung einer Bodenfläche, und zur Uebertragung der Last auf zwei benachbarte Bodenflächen dienender Bau sei, über dessen Abmessungen lediglich die Belastung, die Nutzöffnung und die Wahl der Baustoffe entscheiden, die Entwürfe durch probeweises Aufzeichnen und Eintragen der Stützlinien u. s. w. in genugsam bekannter Art festgestellt habe und da dieses Verfahren ein sehr weitläuftiges ist, offenbar wie Vergleiche darthun oder dargethan haben dürften, auch vor groben Irrthümern und Fehlern nicht schützt, so sei nun auf zweierlei zunächst hingewiesen, nämlich

1) dass die Form der Innenlaibung, die ästhetische Erscheinung für e (wie er ad. m sagt) offenbar einer der hauptsächlichsten Gründe so vieler Bemühungen geworden ist, in deren Folge er eine ganze Sammlung verschieden gestalteter Bögen hat, von welchen sogar bei ganz derselben Weite einmal eine Halbkreislinie, ein anderes Mal eine andere Bogenlinie (welcher Gattung diese sei sagt der Verfasser wohl nicht) die richtiger sein soll, je nachdem die Belastungshöhen grössere oder geringere sind. Aber wo die geringern aufhören und die grössern anfangen sagt er ebenfalls nicht, und vielleicht vermuthet man nicht mit Unrecht, dass wenn zwischen grössern und grössesten Belastungshöhen noch ein Unterschied gemacht wird, er für diese grössesten Belastungshöhen noch eine dritte Bogenform erspriesslich finden würde.

2) Höchst bedeutungsvoll und erfreulich aber muss man, wenn Spalte 10 der fraglichen Zusammenstellung aufmerksam betrachtet und erwogen wird, dass das dort unter lfd. Nr. 41 aufgeführte Bauwerk das erste und am tiefsten in der Reihe derjenigen ist, bei welchen Verfasser e durch Anwendung einer aus Kreisstücken zusammengesetzten Bogenform den Schritt gewagt hat, sich von der Halbkreislinie zu trennen und sich dadurch einer den statischen Anforderungen entsprechenden Bogenlaibung mehr zu nähern, die nun eintretende Massenveränderung finden. Denn hier sinkt der Inhalt des Mauerwerksquerschnitts sogleich plötzlich erheblich unter den Inhalt der Nutzöffnung. Welch sichtliche Verbesserung also, sobald eine zweckmässigere Form der Bogenlaibung eintritt!

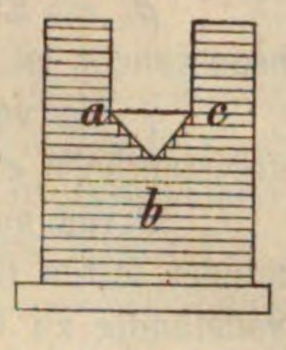
Wenn nun dem Beweggrund der „ästhetischen Erscheinung“ welcher dem Verfasser e so viel Bemühung veranlasst, noch entsprechende Beachtung hier zu Theil werden soll, so ist darauf hinzuweisen, dass Verfasser e auch hier, sehr verschiedene Stufen innerer Befriedigung findet. Sie würde aber ihm voraussichtlich ganz und überall zu Theil geworden sein, wenn er die den statischen Anforderungen entsprechende Bogenlinie zu seiner Richtschnur, und sie mit Schönheit zu umkleiden gesucht hätte. Hier liegt die Aufgabe nicht vor, diesen Versuch zu machen, aber Fig. 19 lässt durch den Vergleich von links und rechts der Vermuthung Raum, dass einer geschickten Hand es gelingen wird, die den statischen Anforderungen entsprechende rechtseitig gezeichnete Bogenlaibung in eine Form zu kleiden, deren Wohlgefälligkeit durchweg mehr befriedigt, als dies die Abstufungen der ästhetischen Erscheinung thun, deren e gedenkt. Erinnert sei bei dieser Gelegenheit an die Hindernisse, welche die ästhetische Erscheinung den Griechen, als den Verehrern der geraden Linie bereitet hat, und an diejenigen, welche den Römern aus dem Umstande erwachsen ist, dass sie durch die Wahl des Halbkreises verleitet, gegen das Gesetz des gegenseitigen Stützens Fehlgriffen überliefert wurden. Sehr deutlich bekundet die Spalte 10 den Einfluss diess Fehlgriffs, obwohl er in bereits stark gemildeter Form auftritt, da e durch das Einzeichnen der Stützlinien bessernde Hand angelegt hat.

Es würde hier nun eigentlich der Ort sein, die Querschnitte der Bauwerke für entsprechend hohe Belastungen folgen zu lassen, wie solche sein müssten, wenn von angeerbten Voreingenommenheiten frei, ihre Gestalt einzig und allein den naturgemässen Forderungen entspricht. Unter diesen spielt der Baugrund mit, und die für ihn angegebenen Festigkeiten wie einige andere Bemerkungen von e mögen daher noch zuvor erwähnt werden.

Der Erdbaugrund ist mit 25^{m} und mehr Druckfestigseit beansprucht. Das dürfte für den Brückenbauer sehr beachtenswerth sein, insofern es nach den bisher bekannten Annahmen als eine ausserordentlich hohe Leistung zu bezeichnen sein möchte. Vielleicht möchte es nicht ungerechtfertigt sein, vorauszusetzen, dass bei dieser Belastung die Bauwerke um ein Geringes einsinken, wenn schon dies Einsinken vollkommen ungefährlich sein kann. 25^{m} Belastungshöhe ist ein so grosser Druck für Erdreich, dass es für die Bereicherung unseres allgemeinen Wissens sehr erwünscht sein möchte, wenn festgestellt würde, ob keinerlei Einsenkung der Bauwerke eintritt, wahrscheinlich sind aber darüber von e keinerlei Beobachtungen für nöthig erachtet, und es kann daher nur gewarnt werden, eine so grosse Festigkeit ohne Weiteres vorauszusetzen. Bei Erbauung des neuen Empfangsgebäudes der Niederschlesisch-Märkischen Bahn in Berlin wurde auf festem gewachsenen Sandboden, wenn Erinnerung nicht trügt, ein natürlich ganz unschädliches Einsinken der Gebäudemauern von 3 bis 4^{cm} festgestellt.)

ad. h. Für Felsgrund ist die Druckfestigkeit wie für Mauerwerk angenommen, und das auch mit allem Recht. Dass natürlich auch der Felsgrund, da unbedingtes Starrsein nirgends zu gewärtigen ist, Einsenkungen bei sehr hohen Belastungen unterliegt, ist zweifellos. Eine beim Bau der Göltzschthalüberbrückung in der sächsisch bairischen Bahn gemachte Wahrnehmung, derzufolge viele cbm. messende, nur mit ihrem Eigenwicht lastende Mauerkörper a b c in ursprüng-

licher höhern Lage verblieben, während benachbarte, schwer belastete Mauerkörper der Mittelstützen*) trotz sorgsamsten Verbandes und festen Quadermauerwerks heruntergingen, so dass genau dem Verband folgend die Furgen a b c immer weiter sich öffneten, jemehr die Last zunahm, wird theils auf die Zusammendrückung der Quadern und jedenfalls der Hauptsache nach zurückgeführt, zu einem kleinen Theil mag aber auch der Felsboden an den mehr belasteten Stellen eine unmessbar grössere Einsenkung erlitten haben. Die Massen a b c schweben also theilweis in der Luft.



ad i. k. In diesen Mittheilungen würde das Auffälligste, die Gelassenheit des Beamten sein, welcher lediglich um nicht 2 Reihen von Zeichnungen zu haben, deren Anfertigung in einfacher aber ausreichender Form, für die sämmtlichen 10 bis 12 Gattungen von Bauwerken, um welche es sich handelte, nach geschehener Berechnung sich auf die Arbeit von einigen Tagen für einen Zeichner, und die Vervielfältigungskosten beschränkt hätte, Summen nutzlos verausgabt, welche bei einem einzigen dieser Bauwerke jedenfalls sehr viel grössere sind, als diese Anfertigungskosten. Es kann aber sträfliche Gelassenheit dem nicht eigen sein, der durch diese Entwürfe gezeigt hat, dass er Gedanken, welche er als richtig und nutzbringend erkannte, mit Fleiss und Eifer in des Lebens Wirklichkeit einzuführen bestrebt ist, und die Erklärung für diese auffälligen Mittheilungen ist daher anderweit zu suchen; sie wird leicht gefunden in dem vielfach unlösbaren Wirrsal, in welches Verfasser e oft gerathen musste, ohne einen befriedigenden Ausweg zu finden, wenn er beispielsweise sich hundertfachen Fragen gegenüber rathlos befand, welche etwa lauteten: Die Höhe der Dammkrone ist 10^m, und es ist eine 5^m weite und hohe Oeffnung nöthig, was ist zu thun? —

Fig. 6b der Normalien giebt die Antwort, und wenn angenommen wird, die Herstellung koste à $\square^m$ des Mauerwerksquerschnitts 300 M., so würden die Kosten sein 22,14. 300 = 6542 M.

Es lehrt jedoch geringes Ueberlegen: „Es wird keinerlei Schaden bringen, wenn die Oeffnung anstatt 5^m, eine grössere Weite erhält, und wenn sie zu 6^m nach Fig. 7 gewählt wird, so sind die Kosten nur 20,82 . 300 = 6246 M., also ergeben sich Minderausgaben für die Ausführung des grösseren, und daher bessern Bauwerks u. s. w. u. s. w.“

Solchen Erfahrungen gegenüber ist es natürlich oder erklärlich zu finden, wenn die bestehende und unlösbare Verwirrung zu einem an und für sich so wenig zu billigenden Entschluss führt, wie derjenige es ist, welcher die für Felsgrund möglichen Minderausgaben bei den 6^m weiten Bauwerken vernachlässigen hiess.

ad l. Die hier besprochene 8^m weite Brücke ist in Fig. 19 in grösserem Maasstab dargestellt. Um eingehender die Fragen beleuchten zu können, welchen Einfluss

---

*) Diese haben von Grund auf etwa 70m Höhe, und tragen einen Bogen von 30,87m Weite. — Derselbe ist noch insbesondere bemerkenswerth, als einer der bereits vor 30 und mehr Jahren gemachten Versuche, sich von der Halbkreisbogenform loszuringen, indem die Bogenlinie (und zwar in glücklicherer Wahl, als solche die Krobbogenlinien von e zeigen) aus 3 Kreisstücken zusammengesetzt 20,39 Pfeilhöhe hat. — Diese Bogenlaibung ist an dem so grosse und so seltsame Befangenheit seitens der Bauleute bekundenden Bauwerk, welches so wunderbare nutzlose Anordnungen zeigt, das Beste; sie wurde festgesetzt unter Zuziehung des berühmten J. Weissbach zu Freiburg, aber was er richtig angegeben haben mag, wurde zum Theil wenigstens, durch die handwerksmässigen Gewohnheiten der mit der Ausführung beauftragten Kräfte verdorben. — Wie aber die Kräfte in der Uebung wachsen, das beweist die demnächst sofort begonnene, und sehr viel verständiger angeordnete Elsterthalbrücke. — Diese Bogenleibung ist übrigens noch ganz insbesondere geeignet, denjenigen Irrthum von e zu widerlegen, welchen er ad m. ausspricht, in Betreff der bei geringer Belastung angeblich zweckmässigen Bogenlaibung; denn trotzdem die Belastung der Göltzschthalbrücke eine geringe ist, setzte Weissbach die Bogen ohne tangentialen Anschluss an die Stützen.

α der Felsgrund

β, ein Erdbaugrund, dessen Festigkeit in diesem Falle mit 30^{m} also ganz aussergewöhnlich beansprucht ist, so wie

γ die verschiedenen Möglichkeiten der Anordnung des Bogenmauerwerk entweder von grösstentheils gleich festen Steinen, oder

δ von nur zu einem geringen Theil gleich festen, und einem allmählig in stufenweiser Folge minder festen Gestein auf Massen und Kosten haben, und um diesen Einfluss an einem Falle vollständig zu besprechen, ist rechtseitig dies für 7^{m} Belastungshöhe und 60^{m} Druckfestigkeit berechnete, und für die Scheitelstärke c = 0,40^{m} durch die Coord. $\frac{x}{y} = \frac{1,0}{2,35}; \frac{3,0}{3,98}; \frac{5,0}{5,04}; \frac{7,0}{5,77}$ bestimmte Bauwerk aufgetragen.

ad α. Die durch ooo kenntlich gemachte Bogenform würde das Bauwerk darstellen, wenn es auf Felsgrund mit gleich festem Gestein auszuführen sein würde, es enthielte dann 13,3$\square^{m}$ Mauerwerksquerschnitt.

ad β. Würde es von Bogenschluss bis zur Erdoberfläche von gleichmässig festem Stein hergestellt, behielte also in diesem Theile völlig die vorher ad. α bezeichnete Form, während demnächst noch unten diejenige starke Verbreitung der Bogenschenkel einträte, welche durch den als zulässig vorausgesetzten Anspruch an die Druckfestigkeit des Erdbodens mit 30^{m} bedingt wird, so würde der Mauerwerksquerschnitt 15$\square^{m}$ Inhalt haben. Hiervon würden etwa 11$\square^{m}$ mit 60^{m}, und 4$\square^{m}$ mit minder festem Gestein auszuführen sein.

ad γ. Würde vom Bogenschluss bis zur Erdhöhe hinab die Innenlaibung des Bogens genau wie bei α und β festgehalten, die Aussenlaibung aber in der Weise, wie durch die ausgezogene Linie veranschaulicht ist, gestaltet, von der Erdhöhe abwärts die Verbreiterung, dem Fall ad. β entsprechend vorgenommen, so wäre der Inhalt des Mauerquerschnitts etwa 20$\square^{m}$, wovon nur der kleinste Theil in der Nähe des Bogenschlusses mit einer Druckfestigkeit von 12^{k} = 60^{m} beansprucht würde, in den nächstfolgenden Theilen bis zur Erdhöhe hinab, würde der Anspruch an die Druckfestigkeit des Gesteins sich allmählig bis auf 40^{m} mindern, und dem Rest unter der Fahrbahnhöhe würde ein Gestein genügen, welches einem Druckfestigkeitsanspruch von 40 bis 30^{m} entspräche.

ad δ. Wenn endlich der Wunsch nach schöner Gestaltung der Innenlaibung, dessen Berechtigung nicht in Zweifel zu ziehen ist, von der bei α, β und γ festgehaltenen, durch die berechneten Coordinaten vorgeschriebenen Innenlaibung abzugehen räthlich erscheinen, und etwa eine Innenlaibung wählen lässt, wie sie in der Figur mit ausgezogener Linie sich darstellt, so ist der Inhalt des Mauerwerksquerschnitts = 25$\square^{m}$. — Der Stein, welcher in diesem Fall verwendet wird, darf nur in der Nähe des Bogenschlusses der Druckfestigkeit = 60^{m}, und dann allmählig einer immer geringer werdenden Druckfestigkeit bis 30^{m} genügen.

Ob nun der etwa in dieser Form ausgeführte Bau, welcher der Ausbildung, um Schönheitsansprüchen zu genügen, weiten Spielraum gestattet, thatsächlich dem Korbbogen, welcher das individuelle Schönheitsgefühl von e nach seiner Mittheilung wenigstens in gewissen Fällen befriedigt, ebenbürtig nicht zur Seite stehen kann, mag unentschieden und jedes Lesers individuellem Gefühl das Urtheil hierüber anheimgestellt bleiben.

Zweierlei dürfte aber als festgestellt gelten: 1. nämlich, dass der Korbbogen im Schluss eine um etwa 10^{cm} überflüssige Dicke, und:

2. dass er, trotz minder grosser Nutzöffnung doch einen um 6,46$\square^{m}$ grössern Mauerwerksquerschnitt hat, also trotz geringeren Nutzens und trotz wahrscheinlich um $^1/_6$ geringerer Sicherheit, mindestens 25% mehr Kosten verursacht.

Diese 25% können sich noch erheblich vermehren, wenn das druckfestere Gestein mit höhern Kosten bezahlt werden muss, als das minder druckfeste.

Dass die Sicherheit eine ungleiche und für den Korbbogen geringere ist, geht aus dem Umstande hervor, dass es einen Schnitt der Bogenschenkel, siehe Fig. 19 zwischen a und b, giebt, welcher für beide Entwürfe genau derselbe ist. Was zwischem diesem Schnitt und Bogenschluss in dem Korbbogen an überflüssigem Mauerwerk sich befindet, ist ohne Wissen und Willen von e als nutzlose Masse vorhanden; es ist dies jedoch kaum der Rede werth. Was zwischen dem gedachten Schnitt und dem Erdboden, in dem Korbbogen-Entwurf nach der Oeffnung zu an unnützer und den Werth des Bauwerks, ganz abgesehen von den Kosten, beeinträchtigender Masse belegen ist, das ist, ohne klares Bewusstsein von e, ein durch die Anhänglichkeit an Hergebrachtes entstandener Ueberfluss, und was an der entgegengesetzten Seite, also an der Aussenlaibung, ebenfalls aus Anhänglichkeit an Hergebrachtes, an gänzlich unnützer Masse von e mit dem Bewusstsein der Ueberflüssigkeit geschaffen ist, das kennzeichnet er selbst, durch Einzeichnung der punctirten Linie, und da dieselbe grösstentheils mit dem hier aufgestellten Entwurf zusammenfällt, so drängt dies zu der Frage: Wer giebt und von wo stammt das Recht, so unnütze Ausgaben zu machen, wie sie hier mit Bewusstsein gemacht sind? Die Antwort, welche darauf zu geben wäre, lautet: Das Recht kann Niemand geben, und wer es giebt, begeht Unrecht. Die Entschuldigung aber, die für e besteht, ist die, dass das Bewusstsein leider erst nach der That gekommen ist, während er es allerdings bei der so vielfach richtiger Erkenntniss, von welcher er noch fernere Beweise giebt, schon vor der That hätte erlangen können.

Diese letztere Mauerwerksmasse der Aussenlaibnng des Korbbogens nähert sich nun in dem mit b (siehe Fig. 19) bezeichneten Theil der Innenlaibung so, dass hier die Bogenstärke eine geringere, als in dem andern Entwurf wird. In diesem ist das Anwachsen der Schenkel gemäss den beiden Gesetzen gebildet, deren erstes vorschreibt, dass die lothrechte Projection jedes nach dem Krümmungshalbmesser gerichteten Bogenschnittes gleich der Stärke im Bogenschluss sei, und deren letzteres, eine gleichmässige Zunahme der Schenkelstärke über jenes erste Maas hinaus, mit Bezug auf den Druckfestigkeitsanspruch an das Erdreich fordert, wenn eine gleichmässige Belastung desselben Statt haben soll.

In diesem Theil b der Fig. 19 liegt also der Grund der ungleichen und für den Korbbogen um $^1/_6$ geringern Sicherheit; welche für diesen einen Druckfestigkeitsanspruch von 70^m gegen 60^m des andern Entwurfs bedingt.

Es muss jedoch betont werden, dass dies Verhältniss als ein genau maassgebendes nicht angesehen werden kann, und zwar um deswillen, weil die Berechnungsweise, die Summe der dort wie hier gemachten Voraussetzuugen nicht genau dieselbe ist. — Diese Voraussetzungen sind Seitens e die: dass das Gewicht von 1 cb^m Mauerwerk = 2300^k, und von 1 cb^m Erdreich = 1840^k betrage, während hier ein Durchschnittsgewicht von 2000^k angenommen ist.

Es möchte dies schon eine hohe Annahme sein, da nach anderweiten Ermittelungen das Durchschnittsgewicht erheblich geringer angenommen wird.

Wäre anstatt 2000^k 2100^k als Durchschnittsgewicht zu Grunde gelegt, so würde die Druckfestigkeit anstatt zu 60^m sich zu 63^m ergeben.

Es kann natürlich für die Ausführung nicht ganz gleichgültig sein, ob die beanspruchten Druckfestigkeiten 60^m oder 63^m betragen. Ob die aus Zeichnungen kleinen Maasstabes hergeleiteten Vergleichungen eine Ungenauigkeit einschliessen, ob die bei den diesseitigen Berechnungen ausser Acht gelassene, und thatsächlich auch bei der Grösse der ruhenden Belastung unwesentliche, bewegliche Belastung, das durch Rechnung gefundene, verschiedene Ergebniss der beanspruchten Druckfestigkeiten von 70 bezw. 60^m in etwas ändern würde, ist unbestimmbar; es wird aber das Ergebniss auf welches das grössere Gewicht zu legen ist, dass die thatsächliche

Sicherheit, welche beide Entwürfe bieten würden, eine ungleiche und für den Korbbogenentwurf von e ungünstiger ist, dadurch nicht beeinträchtigt.

Von der Belehrung abgesehen, welche die hier geführte Untersuchung und Vergleichung etwa zur Folge hat, ist die Frage wegen des Durchschnitssgewichts von 1cb^{m} Erde und Stein für den vorliegenden Fall um so bedeutungsloser, als sich herausstellen wird, dass die Ausführung dieses und jedes ähnlichen Bauwerks mit 7^{m} und jeder ähnlichen Ueberschüttungshöhe überhaupt an und für sich einen Fehltritt einschliesst.

Nachdem Punkt m. im Wesentlichen schon vorher besprochen, bleibt in Bezug auf ihn, so wie:

ad n. das richtige Verständniss von e hervorzuheben, welches er in den Worten bekundet, „dass da ein Unterschied zwischen Widerlager, Gewölbe und Hintermauerung nicht besteht, ein solcher auch bei der Ausführung nicht gemacht sei.“

Durch diese wenigen und früher hervorgehobenen Worte verdienen die Mittheilungen von e und die auf dieser Erkenntniss fussenden Entwürfe, erstere unter allen bisherigen bekannten Veröffentlichungen, und letztere unter allen bisher ausgeführten und bekannt gewordenen Bogenbrücken trotz ihrer Mängel eine hervorragende Stellung, denn mit diesen wenigen Worten und den begleitenden Thaten ist eine Bahn zu fruchtreichem Felde betreten und verfolgt, welches um so ergiebiger die ihm gewidmete Arbeit und Mühwaltung lohnen wird, je sorgsamer es geackert und je mehr Pflege den ihm entsprossenden Früchten gewidmet wird.

Von dieser sorgsamen Ackerung, von dieser Pflege ist hier noch Nichts zu verspüren, es ist vielmehr nur das Saatkorn nutzbringender Pflanzen in die Erde gestreut, aus der vielfach und tiefwurzelndes Unkraut gleichzeitig noch ungehindert emporschiessen durfte, um die Nutzpflanze zu überwuchern. — Dem Säemann war das Samenkorn, welches er ausgestreut, nebenher, zufällig fast, in die Hand gekommen, ohne dass er seinen Werth erkannt, und die Nachlässigkeit der Behandlung, welche er ihm zu Theil werden liess, hat daher die Ernte wesentlich beeinträchtigt. —

Die Entwürfe von e stehen auf hoher Stufe der Erkenntniss, aber leider nicht gleich hoch steht die bei der Ausführung bewiesene Erkenntniss.

Wäre die im Allgemeinen richtige Erkenntniss, welche e in Betreff der Entwürfe bekundet, begleitet worden von der Erkenntniss, mit wie geringer Mühwaltung die Druckfestigkeit der Steine [nicht nur so obenhin in der von e beliebten oberflächlichen Bestimmung für grosse weite Gebiete, für welche man überdem die festesten und vorzüglichsten Steine gar nicht untersucht] ausführbar und welche auskömmliche Hülfe hierbei von dem geübten Scharfblick der mit der Handarbeit vertrauten Männer zu gewärtigen ist, wäre nicht die allerseltsamste Auffassung für ihn maasgebend gewesen, die ihn dazu führte, weil die zur nöthigen Aufsicht und strenger Durchführung der getroffenen Maasnahmen erforderlichen Kräfte nicht immer vorhanden sind, es zweckmässiger zu erachten, minder vollkommen, statisch minder richtig angeordnete Bauten zu entwerfen, und dem Zufall es zu überlassen, mit welchen vielleicht 5 fach an Druckfestigkeit verschiedenen Baustoffen dieselben ausgeführt werden, während natürlich genau umgekehrt es sich verhält, dass, je vollkommener das Bauwerk angeordnet, desto mindere Kraft zur Beaufsichtigung seiner Ausführung nothwendig ist, so wäre mit einem sehr geringen Theil der Zeit und Arbeit, welche gewöhnlich für Entwurf, Prüfung und oft mehrfache Prüfung derartiger Bauten verbraucht und mit erheblich geringern Kosten das Ziel mit noch grösserer Sicherheit erreicht.

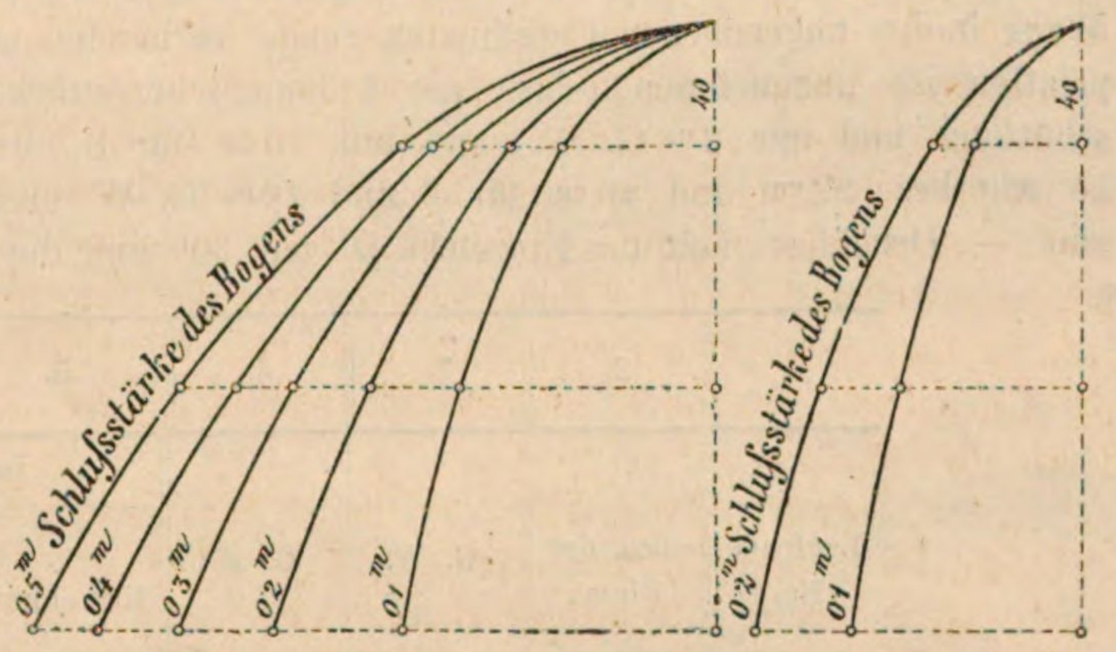
Bei den späterhin noch zu betrachtenden Brücken mit mehreren Oeffnungen, wird deutlicher als bisher nachweisbar, die Abstammung der von e gefertigten Entwürfe durch vergleichende Zusammenstellung früher veröffentlichter und der von ihm ausgeführten Bauten, sich ergeben. Es

wird dann klarer hervortreten, dass, wäre er bemüht gewesen, den Stamm an den er sich lehnte, bis zu den letzten Wurzeln und äussersten Zweigen, so wie den Boden aus welchem er entsprossen, kennen zu lernen, so würde er manches Minderlobenswerthe in seinen Werken vermieden und die ihm selbst theils nachträglich klar gewordenen, so wie die ihm unklar gebliebenen Irrthümer, welche er aus eigenstem Wissenschatz seinen Vorbildern hinzugefügt hat, würden fortgefallen sein.

Die übrigen theils ad a bis n bisher nicht berührten Ansichten von e bekunden ähnliche Mischung von Erkenntniss des Richtigen und von Fehlgriffen aus mangelnder Durchdringung der nicht am Born geschöpften Weisheitslehre, gehören jedoch fast ausschliesslich mehr in das Gebiet der Handthätigkeiten und können daher hier ebenso wenig wie die Punkte o. p. q. r., welche eines Theils gleicher Natur sind, und andern Theils nur den Längsschnitt der Brücken betreffen, besprochen werden. Sie bleiben vielmehr späterer und getrennter Betrachtung, wenigstens theils, vorbehalten.

Wie vorher schon angedeutet, ist für so grosse Ueberschüttungshöhen die bewegliche Last, als unerheblich, nicht in Betracht gezogen:

Für die bereits bekannten Annahmen, der Druckfestigkeit der Baustoffe und Gewichte von Mauerwerks- und Ueberschüttungsmassen ergeben sich für verschiedene Schlussstärken von 0,1 bis 0,2 m die in Fig. α für 14 m und in Fig. β für 7 m Belastungshöhe für die Schlussstärken von 0,1 bis 0,5 m berechneten Bogenlaibungen. — Da unter den Bauwerken der Moselbahn die kleinsten eine Ueberschüttungshöhe von 13 m haben, so war dies der Grund der Berechnungen ad α.



Die Bogenlaibungen ad α für 14 m Belastungshöhe haben die Coordinaten.

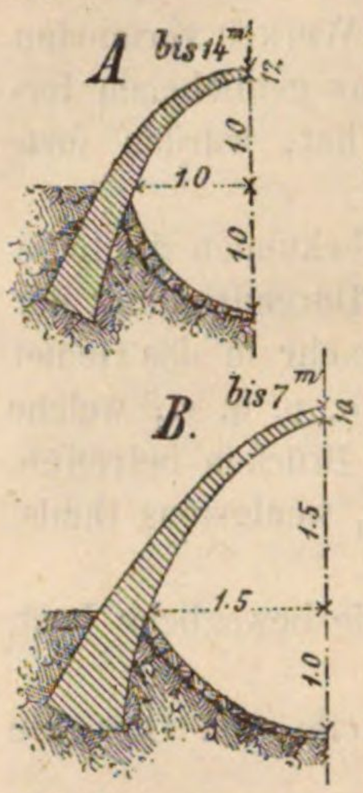
für 0,1 m Bogenschlussstärke =	1 / 0,87	3 / 1,50	5 / 1,88
- 0,2 - - =	1 / 1,23	3 / 2,12	5 / 2,66

Die für 7 m Belastungshöhe berechneten Bogenlaibungen ad β sind bestimmt durch die Coordinaten:

für 0,1 m Bogenschlussstärke durch	1 / 1,22	3 / 2,04	5 / 2,55
- 0,2 - - -	1 / 1,73	3 / 2,85	5 / 3,60
- 0,3 - - -	1 / 2,08	3 / 3,75	5 / 4,37
- 0,4 - - -	1 / 2,35	3 / 3,98	5 / 5,04
- 0,5 - - -	1 / 2,57	3 / 4,44	5 / 5,58

Um nun diesen Bogenlaibungen entsprechende Brücken zu entwerfen, welche ähnlich wie dies bei den Prenzlauer Chaussebauten, als solchen mit geringen Belastungshöhen, geschehen, hier

den mit hohen Belastungen versehenen Eisenbahnbrücken zum Vergleich gegenübergestellt werden, sei, wie dort, auch hier vorausgeschickt, dass, bei mangelnder lothrechter Begränzung der Nutzöffnung, andere als die bisher üblichen Bezeichnungen zur Bezifferung ihrer Abmessungen gewählt werden müssen, und weil für Wasserläufe die Profilbegränzung zweckmässig in irgend welcher muldenförmigen Linie, deren jeweilige Form festzustellen, nicht hierher gehört, Statt haben soll, so ist eine solche für die nachfolgenden Brücken als Sohle gewählt. — Natürlich soll die Frage hier nicht erörtert werden, wie die so gebildete Sohle am einfachsten dauerhafte Form erhalten kann. Wassermörtel würden jedenfalls ein billiges Mittel bieten, um die Gesetze, welche der Strombau vorschreibt, zu wirksamer Geltung zu bringen.



In der nachfolgenden Zusammenstellung der 4 mit A bis D bezeichneten Brückenentwürfe heisst nun G. W. = grösseste Weite, und sie findet vom Bogenschluss ab gerechnet statt, da wo x = y ist; G. H. = grösseste Höhe ist für A = 2 x; für B, C, D ist dieselbe = $\frac{5}{3}$ x — Noch ist zu bemerken, dass A durch Interpolation aus den sub α bezifferten beiden Bogenlaibungen, B, C, D aus den Bogenlaibungen sub β gebildet ist, und zum Theil zufälliger Weise in den angegebenen Coordinaten genau vorhanden ist. — Trotz dieser Näherung durch Interpolation ist anzunehmen, dass die 4 Bogenschlussstärken mit 12 cm für A (bei 14 m Ueberschüttung und nur 2 m G. W.) und mit 10 cm für B. (bei 7 m Ueberschüttung und 3 m G. W.) so wie bez. 22 cm und 40 cm für 6 und 10 m G. W. nur um den Bruchtheil eines cm ungenau sind. — Druckfestigkeit des Erdreichs ist mit 30 m und die des Gesteins wie mit 60 m beansprucht.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Laufende No.	Bez. der Figur.	G. W. m.	G. H. m.	Inhalt der Nutzöffnung. □M.	Inhalt der Mauerquerschnitten. □M.	Verhältniss der Oeffnung zum Mauerquerschnitt.
für 14 m Ueberschüttungshöhe.						
42	A	2,0	2,0	3,0	1,13	$\frac{100}{38}$
für 7 m Ueberschüttungshöhe.						
43	B	3,0	2,5	5,4	1,43	$\frac{100}{26}$
44	C	6,0	5,0	22	6,24	$\frac{100}{29}$
45	D	10,0	8,33	60	18,9	$\frac{100}{30}$
	Von 43 bis 45 Sa.			87,4	26,57	$\frac{100}{29}$ oder $\frac{10}{3}$

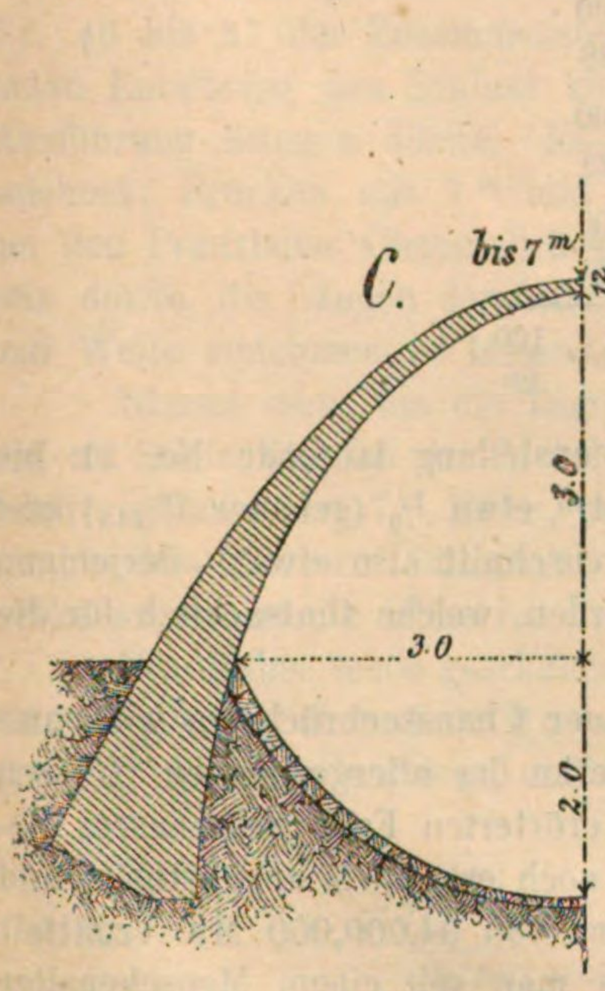
Es ist früher bereits darauf aufmerksam gemacht, dass um eine etwaige Gesetzmässigkeit, welche in der Gestaltung einer Reihe von Bauwerken herrscht, aufzufinden Aehnlichkeit der

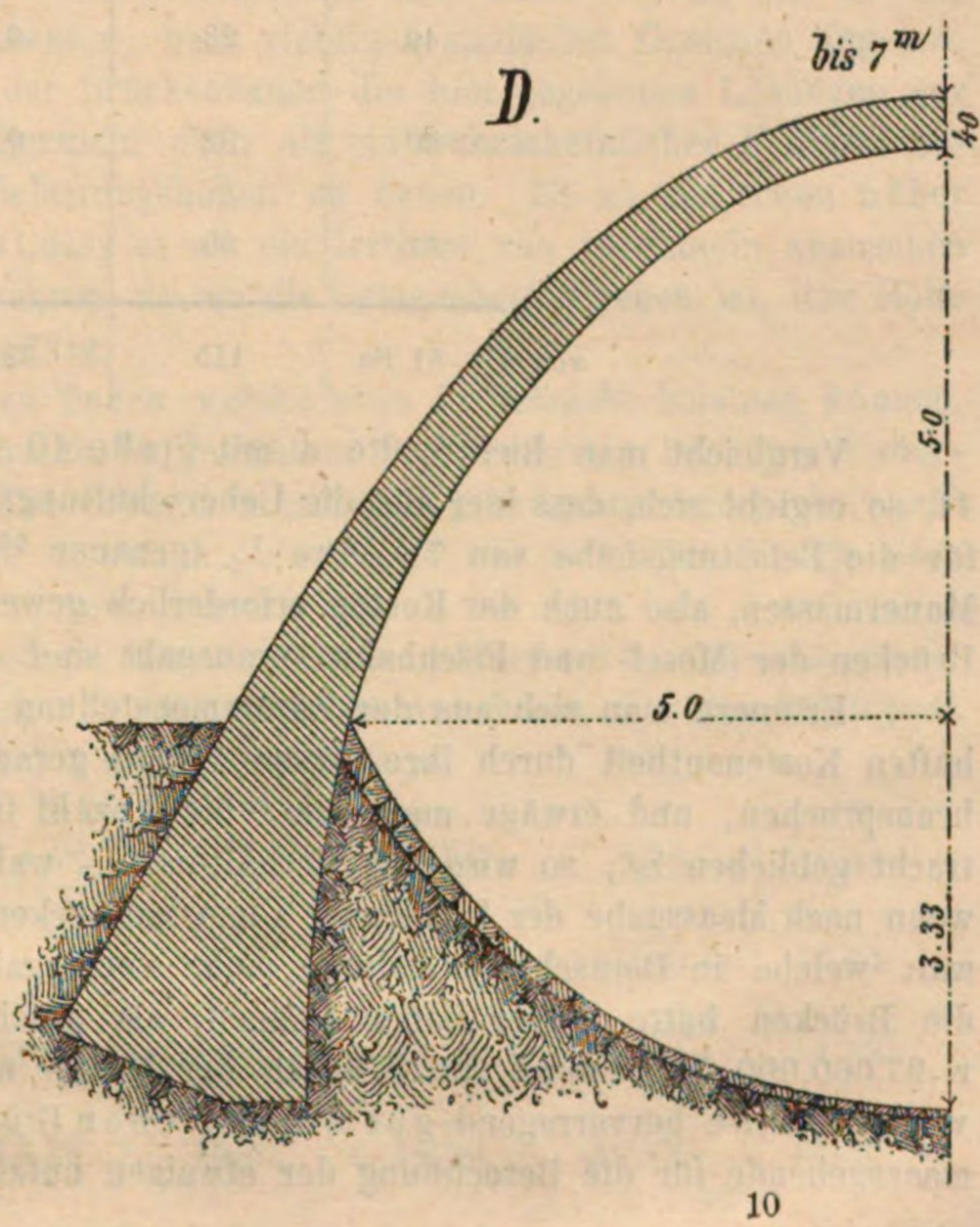
Nutzöffnungen und vollkommen gleiche Bedingungen bestehen müssen, und dass daher, wenn z. B. bei den in der Zusammenstellung unter No. 31 bis 41 bezeichneten Brücken der Mosel- und Fischbachbahn der Versuch gemacht ist, die Gesetze ihrer Bildung aus ihrer Gestaltung zu entwickeln, die gefundenen in den Spalten 7 und 10 der Belehrung wegen zusammengestellten Ergebnisse nur in ihrer Allgemeinheit aufzufassen und ebenso, wie die der früher betrachteten Prenzlauer Chausseebrücken nur insoweit maassgebend sind, als sie lehren, dass die Bildungsgesetze, welche dem Entwurfe dieser Bauten zu Grunde lagen, nicht fehlerfrei sind.

Die Zusammenstellung laufende No. 42 bis 45 hat daher, da Aehnlichkeit der Oeffnungen und sonstige Gleichheit der Bedingungen nur für No. 43 bis 45 besteht, in 2 Theile getrennt werden müssen. Betrachtet man zunächst No. 42 etwa im Vergleich mit No. 43, so lehrt Spalte 7 sehr deutlich, wie durch die grössere Ueberschüttung trotz der kleinern Oeffnung die Masse des Mauerwerks in ersterem kleinerem Bauwerk eine ganz erheblich grössere, als für das andere Bauwerk mit der grössern Nutzöffnung ist.

Weiter lässt Spalte 7 ad 43 bis 45 das schon früher bei Brücken, deren Gestaltung vernunftgemässen Gesetzen entsprossen ist, nachgewiesene Massenverhältniss, welches je grösser die Oeffnung um so mehr Mauerwerk beansprucht, deutlich hervortreten, und endlich verglichen mit den Spalten 7 und 10 der frühern Zusammenstellung ist in die Augen fallend der ungleich geringere Bedarf an Mauerwerk.

Um letztern Vergleich strenger und mehr im Einzelnen verfolgen zu können, sei wiederum die Annahme gemacht, dass die Nutzöffnungen mit der 3 seitig graden und rechtwinklig in diesen 3 Seiten zusammenstossenden Begränzung einen höhern Werth haben könnten, obwohl dies für Wasserabfluss gewiss nicht anzunehmen ist; und zwar mögen wiederum, wie früher, ungefähr 3 □ M. der hier durch 2 Bogenlinien begränzten Oeffnungen nur so viel Werth haben, als 2 □ M. dort.





Den in der Zusammenstellung No. 31 bis 41 in Spalte 8 berechneten Mittelgrössen der Nutzöffnungen von 1,39. 4,57. 8,83. 15,28. 21,3. 26,13 □M. würden also zur Seite zu stellen sein, bez.: 2. 8. 13. 23. 32. 36 □M.
und für diese Nutzöffnungen ergeben sich aus oben berechneten Bogenlaibungen, beziehendlich durch Interpolation den unter No. 42 bis 46 aufgeführten, ähnliche Brücken, für welche folgende Zusammenstellung gilt.

1.	2.	3.	4.
Laufende No.	Inhalt der Nutzöffnung □M.	Inhalt der Mauerquerschnitt. □M.	Verhältniss von Nutzöffnung zum Mauerquerschnitt.
für 14 m Ueberschüttungshöhe			
46	2	0,8	$\frac{100}{40}$
für 7 m Ueberschüttungshöhe.			
47	8	2,1	$\frac{100}{26}$
48	13	3,6	$\frac{100}{27}$
49	23	6,3	$\frac{100}{28}$
50	32	9,2	$\frac{100}{29}$
51	39	11,3	$\frac{100}{30}$
von 47—51 Sa.	115	32,5	$\frac{500}{140}$ oder $\frac{100}{28}$

Vergleicht man hier Spalte 4 mit Spalte 10 der Zusammenstellung laufende No. 31 bis 41, so ergiebt sich, dass hier für die Ueberschüttungshöhe von 14 m etwa $^1/_9$ (genauer $^{40}/_{345}$) und für die Belastungshöhe von 7 m etwa $^1/_5$ (genauer $^{28}/_{118}$) im Durchschnitt also etwa $^1/_7$ derjenigen Mauermassen, also auch der Kosten erforderlich gewesen sein würden, welche thatsächlich für die Brücken der Mosel- und Fischbahn verausgabt sind.

Erinnert man sich aus der Zusammenstellung der Prenzlauer Chausseebrücken, wie namhaften Kostenantheil durch ihre grosse Anzahl gerade die Bauwerke der allergeringsten Grössen beanspruchen, und erwägt man, dass die Anzahl in dem hier erörterten Falle ganz ausser Betracht geblieben ist, so wird das Verhältniss $^1/_7$ wahrscheinlich noch erheblich ungünstiger, und wenn nach Maassgabe der Prenzlauer Chausseebrücken eine Summe von 94,000,000 Mk. ermittelt war, welche in Deutschland dadurch mehr verausgabt ist, dass man seit einem Menschenalter die Brücken hätte besser bauen können, als geschehen ist, so stellt sich diese Summe auf r. 97,000,000 Mk., wenn die Brücken der Mosel- und Fischbachbahn — so weit bis jetzt diese vergleichsweise hervorragend gut entworfenen Brücken in Betracht gezogen werden konnten — maassgebende für die Berechnung der etwaigen nutzlosen Ausgaben sein würden.

Es kann auffällig erscheinen, wenn diese so sehr viel die Prenzlauer Chausseebrücken an Richtigkeit der Anordnung überragenden Bauten trotzdem in Betreff der Massen und Kosten ein Ergebniss liefern, welches anscheinend ein ungünstigeres ist. Der Grund dieser Erscheinung ist ein zweifacher. Einmal sind die allerkleinsten Brücken der Mosel- und Fischbachbahn, als die vorzugsweisen Träger der vielleicht noch zu berichtigenden Anschauungen, deren Vertreter der Brückenbauer ist, ganz besonders massenhaft und vergleichsweise minder gelungen zu nennen. Das andere Mal kommen bei den Mosel- und Fischbachbahnbrücken Nutzöffnungen vor, welche einen vier- und fünffach grössern Querschnitt, als die der Prenzlauer Chausseebrücken und eine ungleich grössere Ueberschüttungshöhe haben. — Dort bei den Prenzlauer Chausseebrücken ist die ruhende und bewegliche Belastung zusammen 0,5 m, hier ist sie 7 m etwa durchschnittlich hoch. Selbstverständlich werden dadurch grössere Massen bedingt. — Denkt man sich die beim Entwurf der Prenzlauer Chausseebrücken maassgebend gewesenen Anschauungen auf Brücken von diesen Belastungshöhen und von diesen Abmessungen der Nutzöffnungen angewendet, so würden die Mauerwerksmengen ungleich grössere, als bei den Bauwerken der Mosel- und Fischbachbahn werden, und ein demnächst angestellter Vergleich zwischen ihnen und den nach statisch richtigern Ansichten aufgestellten Entwürfen würde sehr viel mehr zu ihren Ungunsten ausfallen.

Es würde jedoch ein Irrthum sein, wollte Jemand aus den unter Nr. 42 bis 45 und Nr. 46 bis 51 der Zusammenstellungen benannten, nach richtigen statischen Gesetzen angeordneten Entwürfen den Schluss ziehen, dass der Brückenbauer die hier gegebenen Lösungen zur Ausführung bringen dürfte. Es ist ganz allgemein oben als ein wahrscheinlicher Fehlgriff bezeichnet, Brücken mit 7 m und ähnlichen Belastungshöhen zu bauen. Es ist das schon früher bei den Prenzlauer Chaussébrücken Gesagte, „dass es als ein Irrthum von vornhinein anzusehen sein dürfte, die Längen der Brücken zu vermehren, da wo die Gelegenheit gegeben ist, ihre Höhe und Weite zunehmen zu lassen“, auch hier gültig.

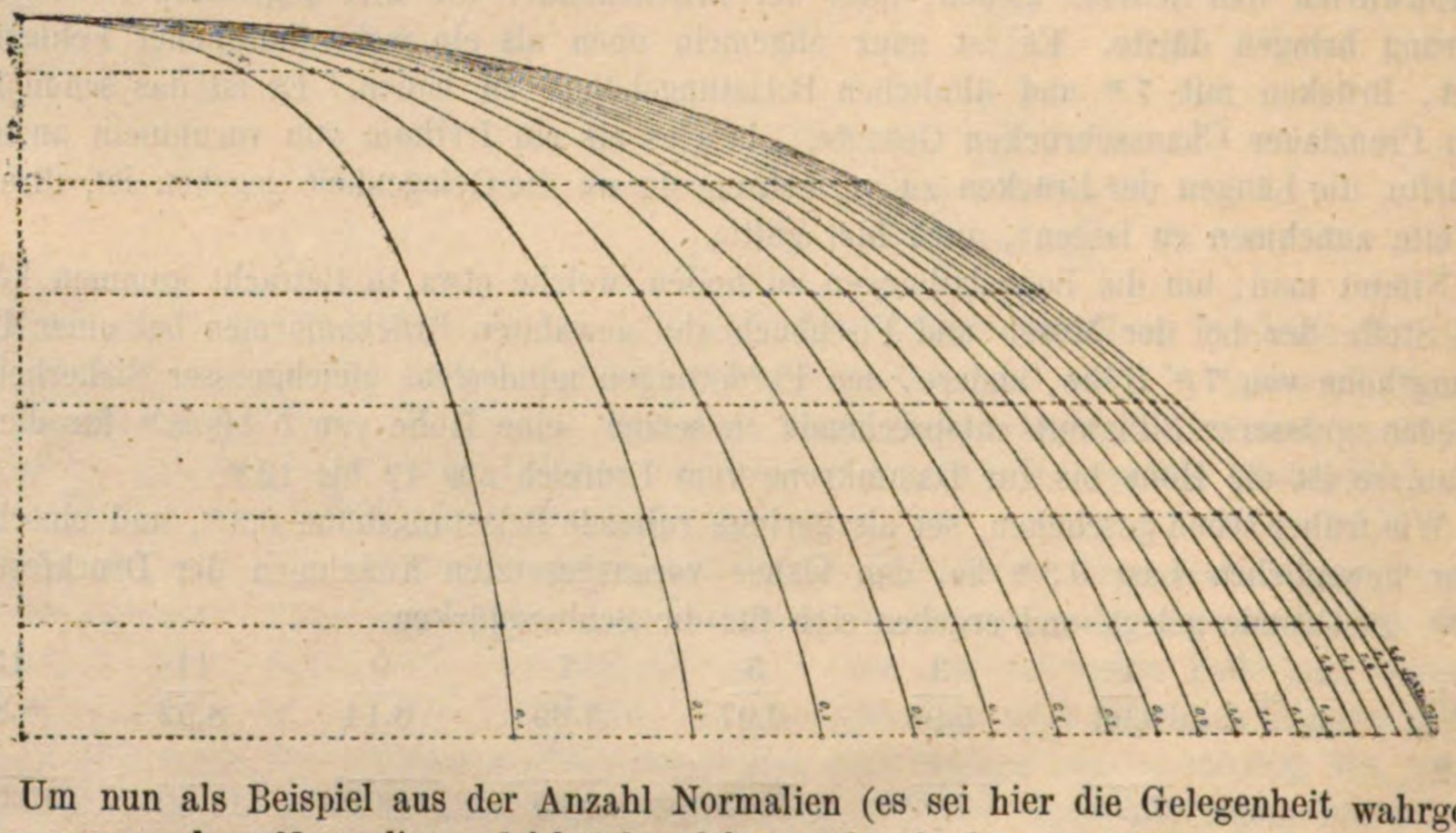
Nimmt man, um die Bogenlaibungen zu finden, welche etwa in Betracht kommen können, um an Stelle der bei der Mosel- und Fischbachbahn gewählten Brückenformen bei einer Ueberschüttungshöhe von 7 m Höhe, andere, den Forderungen mindestens gleichgrosser Sicherheit und entschieden grösserer Billigkeit entsprechende zu setzen, eine Höhe von 5 bis 6 m für die Bauwerke an, so ist die Höhe bis zur Dammkrone vom Erdreich aus 12 bis 13 m.

Wie früher schon geschehen, sei als geringe ruhende Belastungshöhe 0,3 m, und einschliesslich der beweglichen Last 0,5 m bei den bisher vorausgesetzten Annahmen der Druckfestigkeit von 60m zu Grunde gelegt, und ergeben sich für die Schlussstärken:

	$\frac{x}{y}$ =	$\frac{1}{}$	$\frac{3}{}$	$\frac{5}{}$	$\frac{7}{}$	$\frac{9}{}$	$\frac{11}{}$	$\frac{13}{}$
0,1		3,96	5,98	6,97	7,65	8,14	8,52	8,81
0,2	„	5,28	7,99	9,42	10,35	11,03	11,60	12,01
0,3	„	6,09	9,33	11,03	12,05	12,97	13,64	14,18
0,4	„	6,68	10,29	12,20	13,52	14,50	15,23	15,85

0,5	$\frac{x}{y}$ =	1 / 7,14	3 / 11,05	5 / 13,20	7 / 14,52	9 / 15,67	11 / 16,54	13 / 17,19
0,6	" =	7,46	11,68	13,98	15,53	16,75	17,67	18,29
0,7	" =	7,79	12,17	14,59	16,26	17,53	18,50	19,27
0,8	" =	7,99	12,59	15,18	16,93	18,31	19,23	20,14
0,9	" =	8,18	12,99	15,67	17,50	18,79	19,97	20,86
1,0	" =	8,38	13,30	16,05	18,01	19,43	20,59	21,53
1,1	" =	8,54	13,63	16,50	18,48	19,97	21,12	22,11
1,2	" =	8,66	13,87	16,82	18,88	20,44	21,65	22,52
1,3	" =	8,75	14,10	17,06	19,22	20,83	22,09	23,09
1,4	" =	8,85	14,36	17,34	19,49	21,17	22,48	23,60
1,5	" =	8,95	14,47	17,56	19,79	21,53	22,89	23,97
1,6	" =	9,02	14,65	17,82	20,05	21,85	23,26	24,47
1,7	" =	9,09	14,86	17,99	20,36	22,12	23,57	24,67
1,8	" =	9,15	14,95	18,20	20,54	22,35	23,85	25,04

welche Bogenlaibungen in nachfolgender Figur zusammengestellt sind.

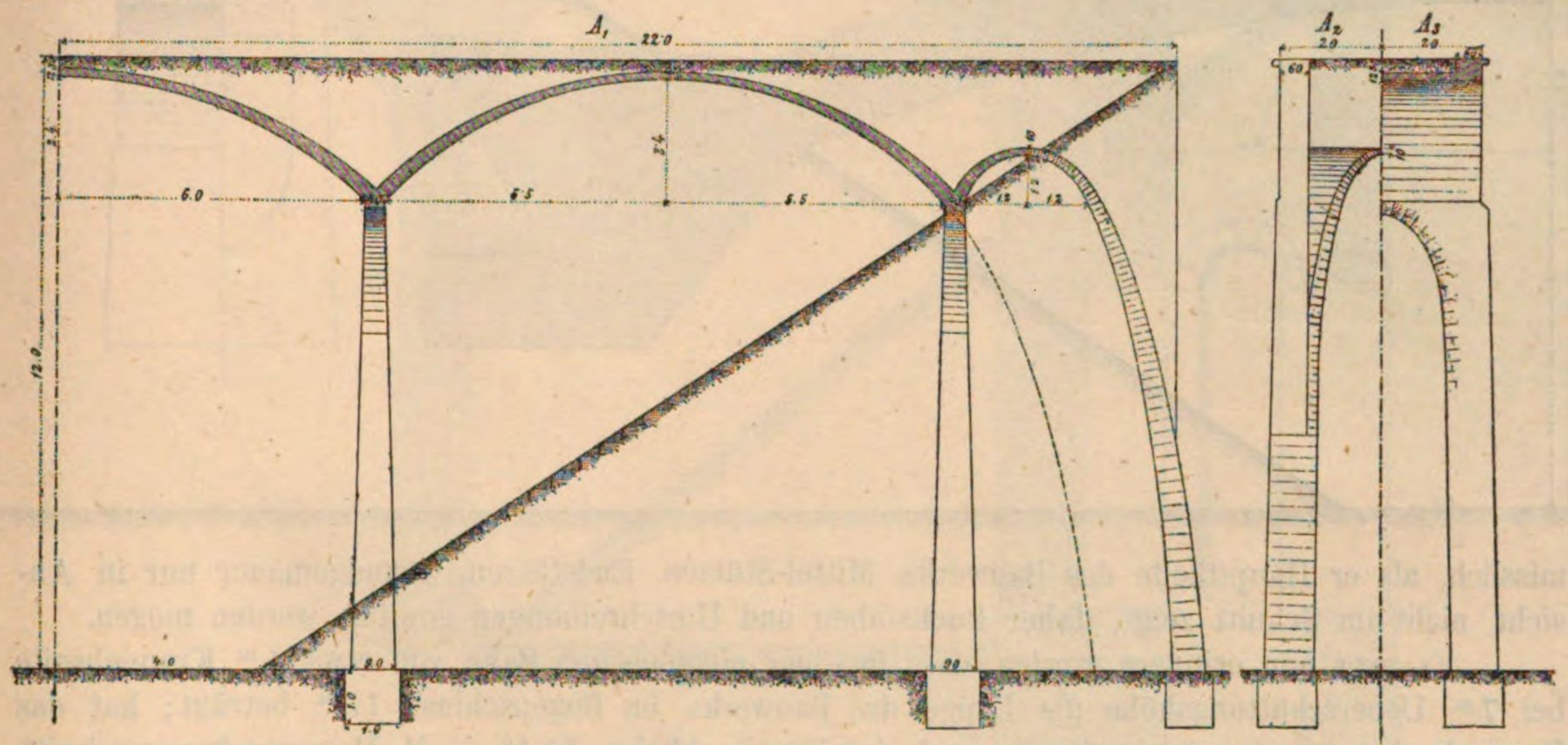


Um nun als Beispiel aus der Anzahl Normalien (es sei hier die Gelegenheit wahrgenommen, zu sagen, dass Normalien, gleichviel welche, wohl überhaupt nicht zu rechtfertigen sind, wenn sie, wie vielleicht erhellt, zur Verschwendung Anlass geben) eins der besten, wo nicht das beste der Bauwerke, welches vorher schon durch Fig. 19 und zugehörigen Text eingehend besprochen und beleuchtet ist, herausgegriffen.

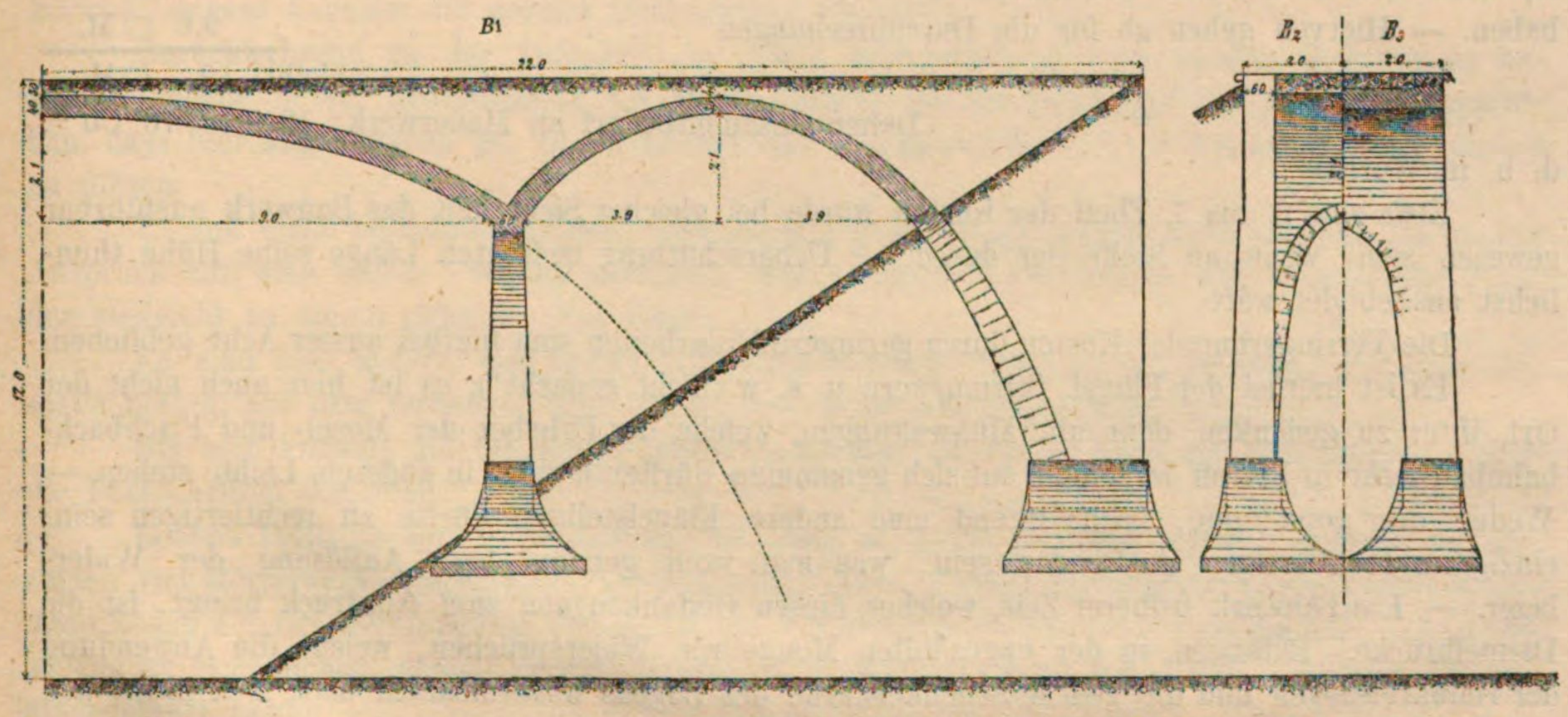
Die Lösungen, welche sich etwa ergeben, um der Aufgabe nachzukommen, die nunmehr in folgende Worte zu fassen ist: «In einem 12 m hohen Damm ist eine Oeffnung zu belassen, welche in der Erdreichshöhe 8 m Breite hat», sind aus den Figuren

$$\left\{\begin{array}{l} A_1 \text{ (Schnitt in der Bahnmitte)} \\ B_2 \text{ (Hinteransicht)} \\ A_3 \text{ (Schnitt in der Mitte des Baus)} \end{array}\right. \left\{\begin{array}{l} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{array}\right. \left\{\begin{array}{l} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{array}\right.$$

zu entnehmen.

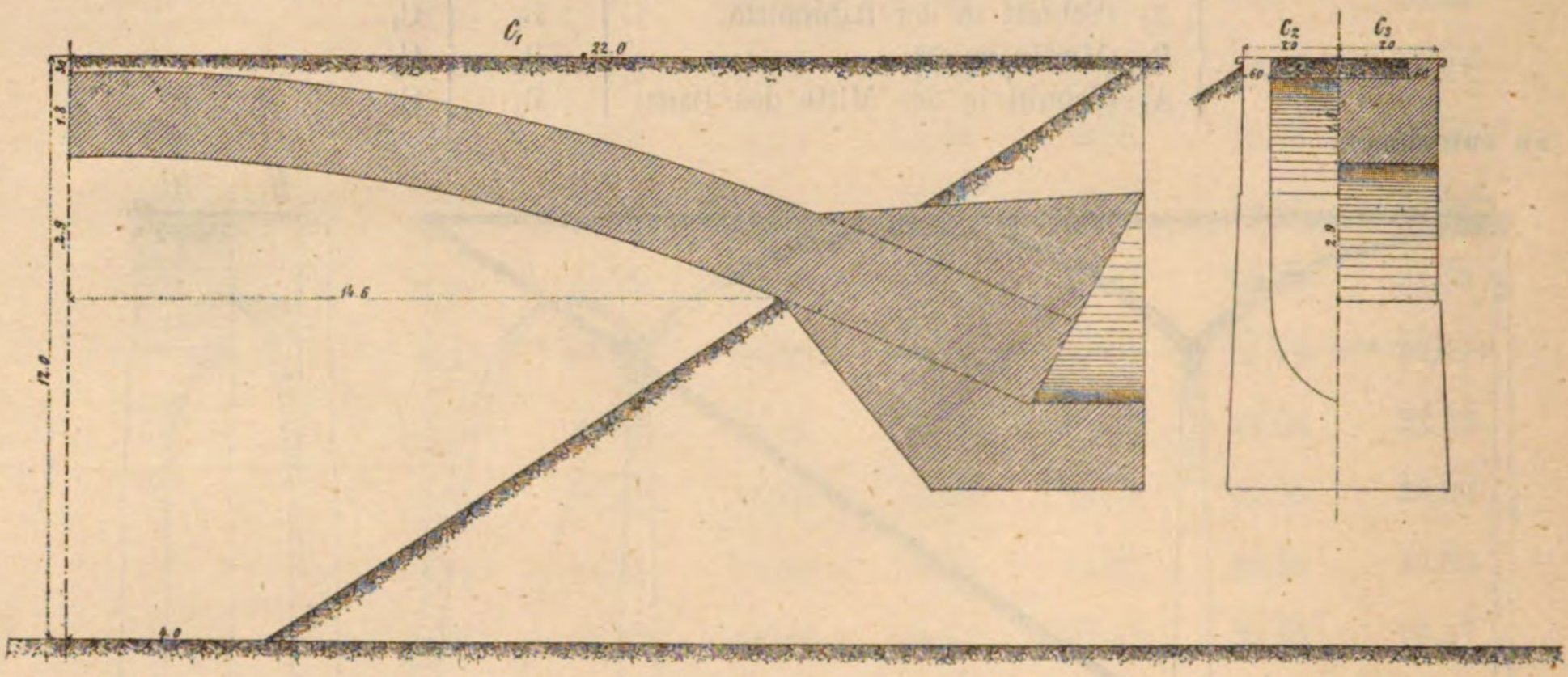


Bevor dieselben näher geprüft werden, ist entschuldigend zu bemerken, dass mit diesen Figuren die vorgesteckten Gränzen der Betrachtung überschritten werden, denn es sollten ja nur Brücken mit einer Oeffnung und bis 10 m Weite betrachtet werden, während diese Figuren theils mehrbogige, theils weiter gespannte Brücken zeigen.



Ebenso muss eingeräumt werden, dass die bisher festgehaltene und weiter oben zu begründen versuchte Benennung der einzelnen Brückentheile, der Schnitte, den Dienst zu versagen

scheint oder wirklich versagt, denn es würde z. B. in Fig. A der bisher gebrauchte Ausdruck: Querschnitt, nicht wie bisher in der Mitte der Bahnlinie gesucht werden können, man würde vielmehr geneigt sein, Längsschnitt zu sagen. Aber auch der Ausdruck »Längsschnitt« ist insofern



misslich, als er Haupttheile des Bauwerks, Mittel-Stützen, Endstützen, Grundgemäuer nur in Ansicht, nicht im Schnitt zeigt, daher Buchstaben und Umschreibungen gewählt werden mögen.

Es mag nun erinnert werden, dass in einer eingeleisigen Bahn von etwa 4 m Kronenbreite bei 7 m Ueberschüttungshöhe die Länge des Bauwerks im Bogenschluss 19 m beträgt; hat das Bauwerk also, wie das 8 m weite Bauwerk der Fischbachbahn, 31,46 □-M. Mauerwerksquerschnitt,

so giebt das rot. . . . . 30.19 = 570 Cb m.
oder bei der Anordnung, unter Verzicht auf die Korblinie u. s. w. . . . 25.19 = 475 Cb m.

Das Bauwerk Fig. A_1, A_2, A_3 hat dagegen nur 4 m Kronenbreite und der Mauerwerksquerschnitt A_1 würde (wären Stützen- und Endpfeiler voll) . . . . . 28,6 □ M.
haben. — Hiervon gehen ab für die Durchbrechungen . . . . . 9,6 □ M.

bleibt: 19 □M.

Daher Gesammtbedarf an Mauerwerk: 19.4 = 76 Cb m.

d. h. in Worten:

Etwa zum 6. bis 7. Theil der Kosten würde bei gleicher Sicherheit das Bauwerk ausführbar gewesen sein, wenn an Stelle der durch 7 m Ueberschüttung bedingten Länge seine Höhe thunlichst ausgebildet wäre.

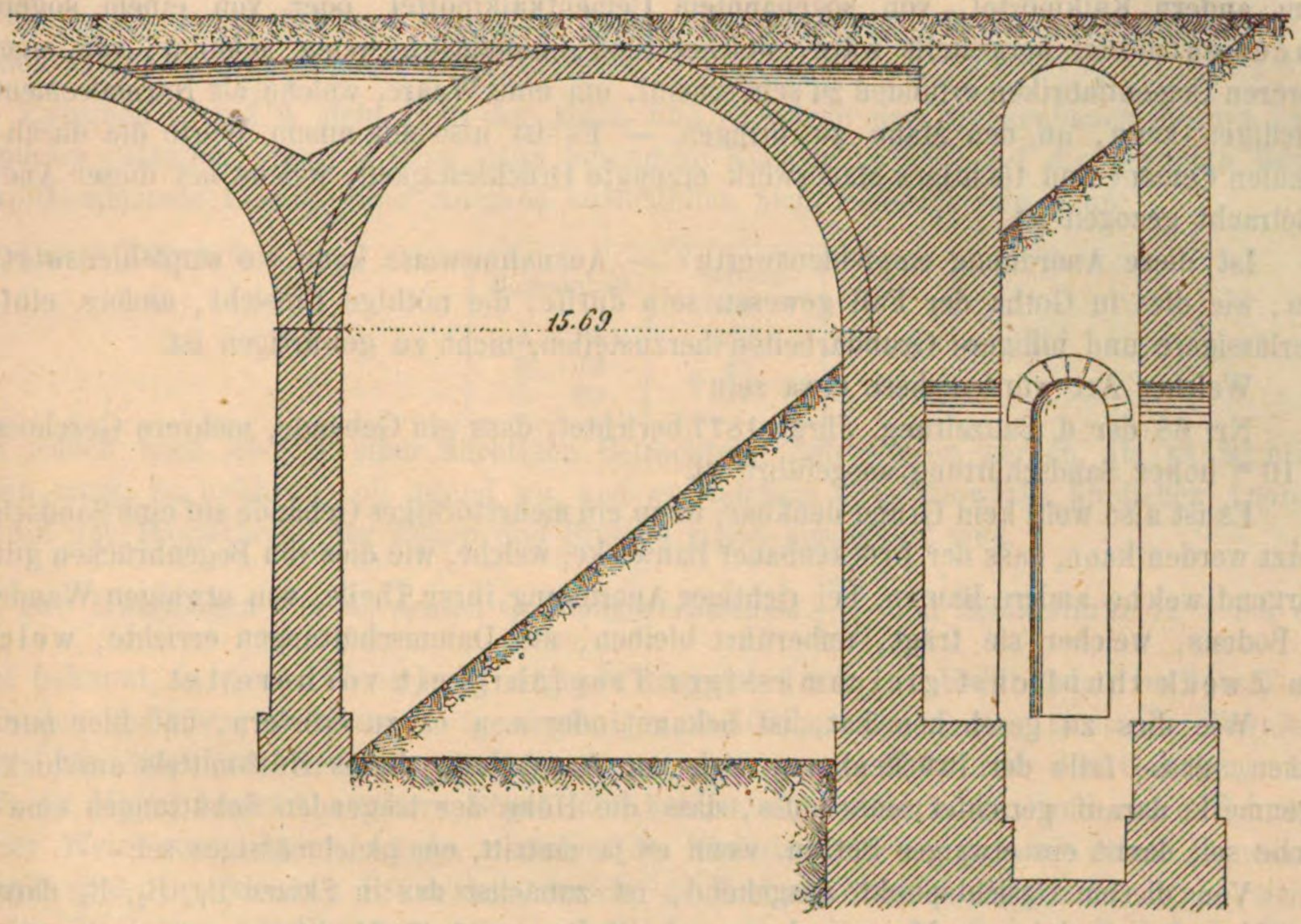
Die Verringerung der Kosten durch geringere Erdarbeiten sind hierbei ausser Acht geblieben.

Es ist hierbei der Flügel, Stirnmauern u. s. w. nicht gedacht*); es ist hier auch nicht der Ort, ihrer zu gedenken, denn alle Mühwaltungen, welche der Urheber der Mosel- und Fischbachbahnbauwerke in Betreff der Flügel auf sich genommen, dürften künftig in anderem Lichte stehen. — Weder die geradlinige, noch irgend eine andere Flügelstellung dürfte zu rechtfertigen sein; einzig zu rechtfertigen dürfte das sein, was man wohl genannt hat: Auflösung der Widerlager. — Ein Bauwerk früherer Zeit, welches diesen Gedankengang zum Ausdruck bringt, ist die Diemelbrücke. Befangen in der ungezählten Menge von Widersprüchen, welche die Anwendung der Halbkreisbogen und die gleiche Schenkelstärke des Bogens unvermeidlich nach sich zieht, hat

*) Die Kosten der 2×44 = 88 m langen Stirnmauern von A sind geringere als die von 4 Flügeln und 2 Stirnübermauerungen des ursprünglichen Bauwerks.

der Urheber desselben mit allem Ernst seines Strebens leider nichts Anderes ermöglicht, als eine Endstütze construirt, deren Schwerpunkt nicht so tief als möglich, sondern möglichst hoch gelegen

Diemelbrücke.



ist, wie die Figur zeigt. — Wenn trotzdem das von vielem Nachdenken zeugende Bauwerk sich standfähig zeigte, so lässt das ahnen, wie viel unnütze Kosten es verursacht hat. Dennoch gebührt's, seinem Erfinder die grösste Hochachtung zu zollen.

Zurückkehrend zu der Aufgabe: „in einem 12 m hohen Damme ist eine Oeffnung zu belassen, welche in der Erdreichhöhe 8 m Breite misst", ist mit Bezug auf die Lösung A ersichtlich, dass hier angenommen ist, es sei nöthig, das Grundgemäuer bis 1 m tief unter das Erdreich zu führen.

Es soll nicht behauptet werden, dass diese Lösung A die zutreffendste sei; sie macht nur Anspruch auf eine Skizze, welche anregend, dem theilnehmenden Leser den Weg zeigen mag, der vielleicht zu einem richtigen Ziel führt.

Es sind also andere, viel bessere Lösungen möglich, denn es drängt sich die Frage auf: «Ist's nöthig, mit dem Grundgemäuer bis 1m tief unter das Erdreich zu gehen?»

Um eine Antwort auf die Frage geben zu können, sei hingewiesen auf Thatsachen, welche die Fachschriften berichten.

Liebold theilt in der d. Bauzeitung mit, dass in Gotha die Last ganzer Gebäude auf einzelnen von Mörtelwerk ausgeführten Pfeilern ruhe, deren geringe Abmessungen durch aufgeschütteten Boden 4 m tief herabreichen und somit ein verschwindend geringes Grundgemäuer dem Falle gegenüber ermöglichen, dessen Verwirklichung das Grundmauerwerk des ganzen Gebäudes 4 m tief hinabgeführt hätte.

Dass diese Pfeiler von Mörtelwerk ausgeführt sind, ist an und für sich, wie im Vorhergehenden gezeigt sein dürfte, nebensächlich; es ist nicht das Mörtelwerk an und für sich, welchem

diese Leistung zuzuschreiben ist, sondern sie ist der vorzüglichen Druckfestigkeit, des mit Cementmörtel ausgeführten und in tüchtiger Weise hergestellten Mauerwerks zuzuschreiben, und diese Leistung würde schwerlich befriedigt haben, wenn das Mörtelwerk z. B. von Rüdersdorfer oder einem andern Kalkmörtel, von sogenanntem Cementkalkmörtel, oder von einem sogenannten Baucementmörtel hergestellt wäre, welcher Stoff, hoffentlich wenig gekannt, von einer oder mehreren Cementfabriken erfunden zu sein scheint, um eine Waare, welche als Normalcement nicht befriedigen kann, an den Mann zu bringen. — Es ist also mit einem Worte die durch guten, normalen Cement und tüchtiges Mauerwerk erzeugte Druckfestigkeit, welche bei dieser Anordnung in Betracht gezogen ist.

Ist diese Anordnung empfehlenswerth? — Ausnahmsweise kann sie empfehlenswerth sein, wenn, wie dies in Gotha der Fall gewesen sein dürfte, die nöthige Einsicht, andere, einfachere, zuverlässigere und billigere Grundarbeiten herzustellen, nicht zu gewärtigen ist.

Welcher Art würden diese etwa sein?

Nr. 68 der d. Bauzeitung, Jhrgg. 1877 berichtet, dass ein Gebäude, mehrere Geschoss hoch, auf 10 m hoher Sandschüttung ausgeführt ist.

Es ist also wohl kein Grund denkbar, wenn ein mehrstöckiges Gebäude auf eine Sandschüttung gesetzt werden kann, dass der Brückenbauer Bauwerke, welche, wie dies von Bogenbrücken gilt, mehr als irgend welche andere Bauten, bei richtiger Anordnung ihrer Theile, von etwaigen Wandelungen des Bodens, welcher sie trägt, unberührt bleiben, auf Dammschüttungen errichte, welche er zum Zweck thunlichst gleichmässiger Tragfähigkeit vorbereitet.

Wie dies zu geschehen hat, ist bekannt oder a. a. O. zu erörtern, und hier nur zu erwähnen, dass, falls der Brückenbauer sich zur Anwendung dieses Hülfsmittels anschickt, sein Augenmerk darauf gerichtet sein muss, dass die Höhe der tragenden Schüttungen eine überall gleiche sei, damit ein etwaiges Setzen, wenn es ja eintritt, ein gleichmässiges sei.

Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, ist zunächst das in Skizze B_1, B_2, B_3 dargestellte Bauwerk entworfen, dessen Mauerwerksquerschnitt $B_1 = 40$ □-M. ist.

Es würde also bei 4 m Kronenbreite 160 Cb m Inhalt haben.

Verglichen mit A_1 A_2 A_3 fordert es also erheblich mehr Masse, und in noch höherem Grade ist dies der Fall in Betreff des Entwurfs C_1, C_2, C_3, welcher im Uebrigen unter denselben Voraussetzungen wie B_1, B_2, B_3, als Brücke mit einer einzigen Oeffnung entworfen, in C_1 einen Mauerwerksquerschnitt von 137 □-M., also bei 4 m Kronenbreite 548 Cb m Inhalt hat; beide Entwürfe erfordern an Stirnübermauerung weniger als Entwurf A_1, sind aber selbstverständlich doch ungleich kostspieliger, und insbesondere würden die Kosten von C sogar die Kosten der Brücke in Fig. 19 mit 7 m Ueberschüttungshöhe, also die Kosten des aus einer wahrscheinlich fehlerhaften Grundanschauung entsprossenen Bauwerks überflügeln.

Welcher Grund hat nun zur Skizzirung dieser drei, scheinbar ein und demselben Zwecke dienlichen Bauwerke, welche alle drei ein und dieselbe Sicherheit bietend, doch so verschiedene Kosten fordern, Veranlassung geben können?

Weshalb sind die Kosten so verschiedene?

Die Kosten sind so verschieden, weil bei durchaus gleicher Sicherheit A das in Betreff der Oeffnungsverhältnisse, Vollkommenste der 3 Bauwerke ist; daher ist dieses Bauwerk das Billigste, aber es ist auch in Betreff des Zweckes, welche durch diese 3 Bauwerke erreicht werden könnte, das Unvollkommenste, denn nur scheinbar, und wenn man den Beruf des Brückenbauers damit erfüllt erachtet, dass er nach Normalien arbeitet, ist der Zweck aller drei Bauten derselbe.

Handelt es sich einfach um eine mit 8 m weiter Sohle auszuführende Wegebrücke, so dürfte ein Entwurf ähnlich A, den Vorzug der Billigkeit wegen verdienen, denn es haben hier die

Oeffnungen ein für die verfügbare Höhe und nothwendige Weite günstigeres Verhältniss, als in den beiden andern Entwürfen.

Würde es sich aber etwa um die Ueberbrückung eines Gewässers handeln, so könnte je nach der nicht ausser Acht zu lassenden Natur des Gewässers ein Bauwerk ähnlich C, trotz erheblich grösserer Masse den Vorzug verdienen.

Zwischen C und A steht B in der Mitte, und es würde der Brückenbauer hiermit zu dem Geständniss gelangen, dass er ohne ganz besondere Rücksichtnahme auf die jeweilige Baustelle eine vollkommenste Lösung einer Aufgabe aufzustellen nicht befähigt sein kann.

Die 3 Entwürfe

	Bogeninhalt	Stützen-inhalt
A.	7,5	12,5
B.	18	21
C.	60	77

mögen jedoch noch insofern einer flüchtigen Betrachtung unterworfen werden, als es wichtig erscheinen muss, zu erfahren, ob irgend wo, und an welchem Orte Bauwerke ähnlicher Anordnung in Betreff der Haupttheile, der Bögen und Stützen schon ausgeführt sind.

Der Mittelbögen von A, dessen Oeffnungsverhältniss $\frac{2,4}{12,0}$ und Schlusstärke 12^{cm} ist, dürfte so viel bekannt, in dieser Weite noch nirgends ausgeführt sein; es bleibt daher in Betreff seiner (so wie der ähnlichen an Masse so geringfügigen, seitlichen Bögen) das tröstende Bewusstsein, dass er, für eine Druckfestigkeit 60^{m} berechnet, ebenso viel Sicherheit des Gelingens bietet, wie die an Masse ungleich stärkern Bögen der beiden andern Entwürfe, und einen Schritt ihn in dieser Weise auszuführen, würde, nachdem die Theorie, welcher gemäss seine Abmessungen bestimmt sind, bei kleinern Bauwerken, welche in Vorhergehendem mitgetheilt sind, sich seit mehr den 20 Jahren bewährt hat, würde vielleicht selbst diejenige Befangenheit kein Wagniss mehr nennen können, welche vor einem Vierteljahrhundert die Erstlingswerke dieser Anschauung als ein solches ansah. — Jedoch Dank dem Vorgehen des Herrn von Lagalisserie, obersten Brückenbauers der Stadt Paris, dasjenige, was ihm die Theorie nicht lehrte, auf dem Wege des Versuchs festzustellen, wird aus diesen seinem später zu besprechenden Versuch, die Theorie mehr zur Bereicherung der Kenntniss nachkommender Geschlechter beitragen, als der Versuchsansteller beabsichtigt zu haben scheint, und es werden damit alle Zweifel über die Ausführbarkeit eines derartigen Bogens und über seine Anwendbarkeit aufhören.

Der Mittelbogen von B $\frac{2,1}{18,_0}$ mit 4^{m} Schlussstärke ist ähnlich, nämlich mit etwa $\frac{1,8}{18,_0}$ in der später zu erwähnenden Weisteritzbrücke zu Dresden ausgeführt.

Die 30^{cm} geringere Pfeilhöhe des Letzteren würde nach den hier zu Grunde gelegten Rechnungen bei nur 30^{cm} ruhender und 20^{cm} beweglicher Belastungshöhe eine Schlussstärke von etwa 46^{cm} für die Weisteritzbrücke bedingen.

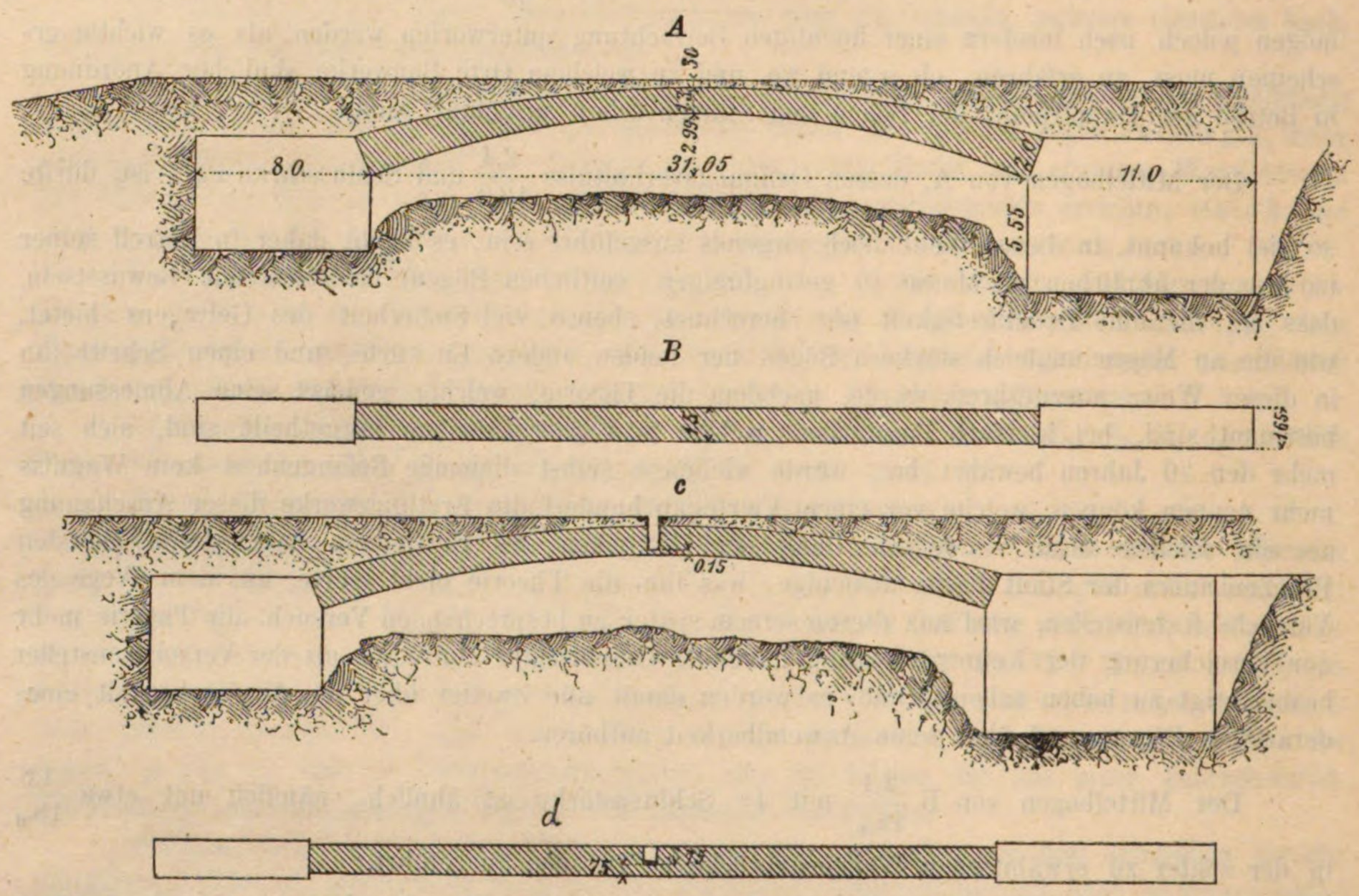
Thatsächlich ist dieselbe jedoch 80^{cm}; aber da diese 80^{cm} die gleichmässige Stärke der Bogenschenkel darstellen [wie der später nachfolgende Bericht meldet] so ist die Tragfähigkeit nur etwa so gross anzusehen, als ob die Schlussstärke etwa 60^{cm} wäre. — Ausserdem ist die Belastungshöhe der Weisteritzbrücke eine erheblich grössere als 30^{cm}, so dass die beanspruchte Druckfestigkeit in diesem Bauwerk auf etwa 70^{cm} zu schätzen.

Die Bogenlaibung endlich von C mit $\frac{2,9}{29,2}$ Oeffnungsverhältniss stimmt fast überein mit der

sogenannten „Doppelbrücke zu Paris“ welche $\frac{3,1}{31,0}$ Oeffnungsverhältniss hat, und zwar ist jene ein Stück von dieser, wie es zur Abscisse 2,9 als Pfeilhöhe gehört.

Die Schlussstärke von C ist jedoch 1,8^{m}, also um 0,5^{m} stärker, als sie bei der genannten Brücke zur Ausführung gelangt ist.

Letztere ist ausgeführt in der Weise, welche dem im Vorhergehenden gegebenen Begriff „Mauerwerk“ entsprechend, in dem zu Anfang dieser Schrift mitgetheilten Brücken Fig. 2—3 u. s. w. zur Verwirklichung gelangt ist, und zwar ist als Baustoff gewählt in vorliegendem Fall: Kalkbruchstein und Vassycementmörtel. Dasselbe gilt selbstredend in Betreff des vor ihrer Herstellung ausgeführten Versuchsbogens, welcher nebenstehend in 4 Figuren a, b, c, d veranschaulicht ist; er hat, wahrscheinlich durch Ungenauigkeit der Arbeit veranlasst das Oeffnungsverhältniss $\frac{2,99}{31,05}$. Bekannt ist, und schon früher mitgetheilt worden, dass auf diese Weise hergestelltes Bogen-



gemäuer dem vorentwickelten Begriff „Mauerwerk“ und den Anforderungen einsichtiger Fachmänner in einer anderweit nirgends bekannt gewordenen Vollkommenheit entspricht, da fest steht, dass Bögen bis 50^{m} Weite ausgeführt, keine wahrnehmbare Senkung erkennen liessen, wenn die Ausrüstung derselben erfolgte. [Vergl. Hartwich's Reiseberichte a. a. O.; Kreuter, in der Zeitschrift des österreichischen Arch.- u. Ing.-Vereins, Wien 1877 u. s. w.]

Da der Versuchsbogen genau dieselbe ruhende Belastungshöhe 0,30^{m} hat, wie in den hier vorhergehenden Fällen angenommen, und mit dem Zuschlag von 0,2 für bewegliche Last [= 400^{k} pro □^{cm}] in Rechnung gestellt ist, so folgt zunächst, dass das Bogengemäuer der Pariser Doppelbrücke mit grösserer als 12^{k} = 60^{m} Druckfestigkeit beansprucht wird.

Die mit diesem Versuchsbogen auf Antrag der unternehmenden Gesellschaft Gariel & Garnier

[Inhaber der Brüche und Fabrik von Vassy] durch 3 Beamte des Strassen- und Wasserbauwesen vorgenommenenen Belastungen und Untersuchungen waren höchst eingehende, indem sowohl die Einwirkungen ruhender als beweglicher und stossweise wirkender Lasten in das Bereich der Beobachtung gezogen wurden.

Die 9 Stufen der Versuchsreihe lieferten folgende Ergebnisse:

1. Der 1,3 im Schluss starke Bogen [Gesammtquerschnitt 1,95□^{m}] wurde à □^{m} mit 2472^{k} ruhendem Gewicht belastet. Dieser mehr als 6 fache Betrag der grössesten beweglichen Belastung (400^{k} pro □^{m}) blieb völlig wirkungslos; keinerlei Senkung, Erschütterung, noch Veränderung wurde wahrnehmbar.

2. Eine auf Rollen gelegte Last von 2782^{k} wurde nun auf Bahnen von Eichenholz, welche lothrechte Absätze von 12^{cm}, 27^{cm} bildeten, bewegt; die Stösse, welche durch den lothrechten Fall des Gewichts von 2782^{k} in 12^{cm} Höhe erfolgten, waren völlig wirkungslos; die in 27^{cm} Höhe hatten eine wahrnehmbare, aber nicht messbare (oder nicht gemessene) Erschütterung des Schlusses zur Folge.

Es folgte nun eine Vermehrung der Fallhöhe auf 37^{cm}; sie erzeugte ebenfalls eine Erschütterung und vorübergehende augenblickliche Senkung des Schlusses, welche in lothrechter Richtung zu 0,02^{m} ermittelt wurde, so wie seitliche Bogenschwingungen, die jedoch nicht gemessen wurden; aber keinerlei bleibende Veränderung des Bogens konnte bemerkt werden.

Man hat ausgerechnet, dass diese Stosswirkung einer ruhenden Last von 200000^{k}, auf den Schluss gelegt, gleich zu erachten sei.

Nach diesem Ergebniss beschlossen die Bauverständigen, den Bogen durch allmählige Verringerung des Querschnitts, durch Zerstörung des Schlusssteins, zu zerbrechen.

Es blieb also während aller folgenden Untersuchungen die ursprüngliche ruhende Last von 0,30^{m} Höhe auf dem Bogen Der Schluss wurde in 6 nun folgenden Versuchen verringert.

Dieselben sind mit Auslassung des Versuchs Nro. 2, (welcher eigentlich ein dreifacher Versuch mit beweglicher Last und somit von den übrigen Versuchen, bei welchen ruhende Belastung Statt hatte, ganz verschieden ist) mit dem Versuch Nro. 1 tabellarisch zusammengestellt:

Lfd. Nro.	Schluss- Höhe. cm.	Schluss- Querschnitt. □^{m}.	Höhe der ruhenden Belastung. cm.	Höhe der Schluss-Senkung. □^{m}.	Gesammthöhe der Schluss-Senkung.	Bemerkung.
1	130	1,95	30	0	0	
3	80	1,20	80	0	0	Die Verringerung des Schlussquerschnitts blieb ohne bleibende Senkung, es wurden dagegen Hebungen (bei Hitze durch Sonnenschein und Senkungen bis zur ursprünglichen Bogenlinie nach der Abkühlung in der Nacht beobachtet.
4	70	1,05	90	0,003	0,003	
5	59	0,885	101	0	0,003	Die Verringerung blieb wirkungslos.
6	43	0,645	117	0,002	0,005	
7	39	0,585	121	0,003	0,008	
8	30	0,450	130	0	0,008	Die Verringerung blieb wirkungslos.

Nachdem also der Bogen auf 0,30^{m} oder auf $^{1}/_{4}-^{1}/_{5}$ seiner ursprünglichen Masse vermindert, und die ursprünglich ruhende Belastung von 0,30^{m} auf 1,3^{m} Höhe angewachsen, also 4—5 fach gegen die ursprüngliche vergrössert war, war die einzige, durch Wochen und Monate hindurch erfolgte Einwirkung nur eine Gesammtsenkung von 0,008^{m} oder $\frac{1}{3880}$ der Weite.

Die Bauleute beschlossen nunmehr, indem sie den Schluss wie Fig. C zeigt, bis auf 0,15^{m}

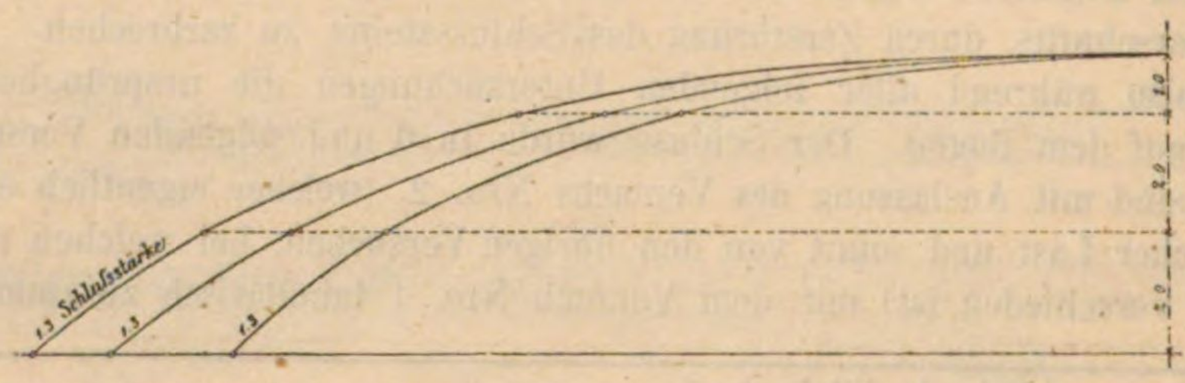
Höhe verminderten, den 9. Versuch zu machen und indem sie nach Fig. d die Breite des Bogens zur Hälfte ganz zerstört hatten, der Schluss also auf 0,1125 □^{m}, oder auf etwa $^{1}/_{17}$ seiner ursprünglichen Masse vermindert, die ursprüngliche Belastung von 0,30^{m} auf mindest 1,525^{m} also verfünffacht hatten, erfolgte der Einsturz.

Bei diesen letzten Angaben ist in Betreff der Belastung davon abgesehen, dass dieselbe nicht senkrecht wirkte, sondern dass die halbe Bogenbreite in der Luft schwebend, jedenfalls mit ihrem auf Drehung wirkenden Gewicht viel zerstörendern Einfluss übte, als ein gleich grosse senkrecht drückende Last.

Man greift wohl nicht sehr fehl, wenn man behauptet, dass vor dem Einsturz, welcher am 25. Oktober erfolgte, nachdem mit den Versuchen am 27. Mai, also 5 Monate früher der Anfang gemacht war, das Mauerwerk des Schlusssteines 17.5 = 85 fach grösserem Anspruch an seine Druckfestigkeit genügte, als dies in dem Entwurf, so wie in dem angeführten Bauwerk beabsichtigt ist.

Um die Druckfestigkeiten kennen zu lernen, welche im Augenblick des Einsturzes des Versuchsbogens der Doppelbrücke zu Paris, wie zu andern Zeitpunkten der Versuchsreihe im Bogengemäuer beansprucht wurden, und die Ergebnisse der Rechnung gleichzeitig gewissermaassen handgreiflich zu machen, erscheint es nothwendig, zunächst die Druckfestigkeit des Bogens für den Fall, wenn die Belastungshöhe = 0,0^{m} ist, zu bestimmen. Mit sehr geringer Abweichung von der Wirklichkeit ist das Oeffnungsverhältniss desselben in Nachfolgenden zu $\frac{3,0}{31,00}$ (anstatt $\frac{2,99}{31,05}$) angenommen.

Fig. A



Es ergeben sich die Bogenlaibungen (Fig. A) für 1,3 Schlusstärke

$$\frac{x}{y}\left\{\begin{array}{lll} \frac{1}{8,25} & \frac{3}{12,94} & \frac{5}{15,57} \text{ bei } 40^{m} \\ 9,27 & 14,59 & 17,56 \text{ bei } 50^{m} \\ 10,67 & 16,05 & 19,34 \text{ bei } 60^{m} \end{array}\right\} \text{ Druckfestigkeit, und ist daher}$$

für den Versuchsbogen die erforderliche Druckfestigkeit bei 0,0^{m} Ueberschüttungshöhe etwa 56^{m}.

Es werde nun in nachfolgender Zusammenstellung der Bogen

$$\frac{3,10}{31,00} \text{ für die von } \left\{\begin{array}{l} 1,6^{m} \text{ bis } 0,05^{m} \\ 0,0^{m} \text{ bis } 1,55^{m} \end{array}\right. \begin{array}{l} \text{abnehmende Schlusstärke} \\ \text{zunehmende Belastung} \end{array}$$

in Betreff der erforderlichen Druckfestigkeit untersucht. Es ist zu der dieser Untersuchung gewidmeten nachfolgenden Zusammenstellung bezüglich der Spalten **Nr. 4** u. 5 zu bemerken, dass dieselben, weil sie nur Näherungswerthe angeben können, und es gewissermassen ein Zufall ist, wenn wie im Fall f das Verhältniss $\frac{x}{y} = \frac{3}{15,52}$ dem gesuchten $\frac{3}{15,50}$ sich bis auf 0,02 nähert, durch die in Spalte 6 aufgeführten Ziffern, eine auf Schätzung beruhende, aber jedenfalls ausreichend genaue Berichtigung erfahren haben. Es würde von keinerlei erheblichem Nutzen sein, die Genauigkeit weiter treiben, und an Stelle der vollen Meter Druckfestigkeit Bruchtheile angeben zu wollen.

1 Buchstabe.	2 Scheitelstärke. m	3 Belastungshöhe. m	4 berechnete Druckfestigkeit. m	5 y für 1m	5 y für 3m	5 y für 5m	6 Geschätzte Druckfestigkeit nach Spalte 5. m	7 Bemerkung.
a	1,60	0,00	54	9,51	14,98	19,98	54	Die Annahme der Druckfestigkeit 55 für den Fall a liefert $\frac{x}{y} : \frac{1}{10,89} : \frac{3}{16,79} : \frac{5}{20,45}$ also bereits erheblich zu gross, so dass wenn man auf die Bruchtheile der m nicht eingehen will, sie zu 54m angegeben werden muss.
b	1,50	0,10	57	10,58	16,68	20,09	56	
c	1,40	0,20	59	9,55	15,24	18,37	59	
d	1,30	0,30	64	9,59	15,3	18,48	64	
e	1,20	0.40	69	9,59	15,31	18,50	70	
f	1,10	0,50	77	9,71	15,52	18,74	77	
g	1,00	0,60	84	9,69	15,48	18,71	84	
h	0,90	0,70	93	9,68	15,48	18,71	93	
i	0,80	0,80	100	9,47	15,15	18,41	103	
l	0,70	0,90	117	9,60	15,36	18,59	119	
k	0,60	1,00	135	9,69	15,31	18,62	138	
m	0,50	1,10	159	9,48	15,18	18,40	164	
n	0,40	1,20	200	9,52	15,26	18,30	206	
o	0,30	1,30	270	9,59	15,37	18,67	276	
p	0,20	1,40	400	9,55	15,32	18,69	410	
q	0,10	1 50	820	9,68	15,55	18,96	818	
r	0,075	1,525	1080	9,61	15,44	18,75	1086	
s	1,05	1,55	1760	10,03	16,12	19,58	1740	

Buchstabe d ist der Fall des Versuchsbogens mit seiner ruhenden Belastung und es ist also der Druckfestigkeitsanspruch = 64m.

Als die Schlussstärke laut i auf 0,80 gemindert war, war der Druckfestigkeitsanspruch 103m und diese Minderung blieb auf die Bogenform wirkungslos.

Laut k war für die Minderung der Schlusshöhe auf 0,70 (und einer gleichzeitigen Verdreifachung der ruhenden Last) die Druckfestigkeit 119m und trat hier die erste Senkung von $\frac{1}{10000}$ der Weite ein. Als laut o die allmählige Schlusshöheverminderung 0,3 und die Vermehrung der Last 1,3 war, betrug die Druckfestigkeit 276m und die Senkung $\frac{1}{3880}$.

Der angewendete Vassycementmörtel erlangt, jedoch erst nach 2 Jahren, eine Druckfestigkeit von 900m durchschnittlich, und er wird, da er zur Zeit des letzten gedachten Versuchs ungefähr $^1/_2$ bis $^3/_4$ Jahr Erhärtungszeit gehabt hatte, wahrscheinlich diese Druckfestigkeit noch nicht gehabt haben. Man kann, da jedem Bruch eine Zusammendrückung, eine Massenverminderung voraufgeht, mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die bis zum gedachten Versuch eingetretenen, übrigens gänzlich unerheblichen Senkungen nur auf den angewendeten Mörtel zurückzuführen sind, dessen Druckfestigkeit mit etwa $^1/_3$ ihrer durchschnittlichen Grösse beansprucht war.

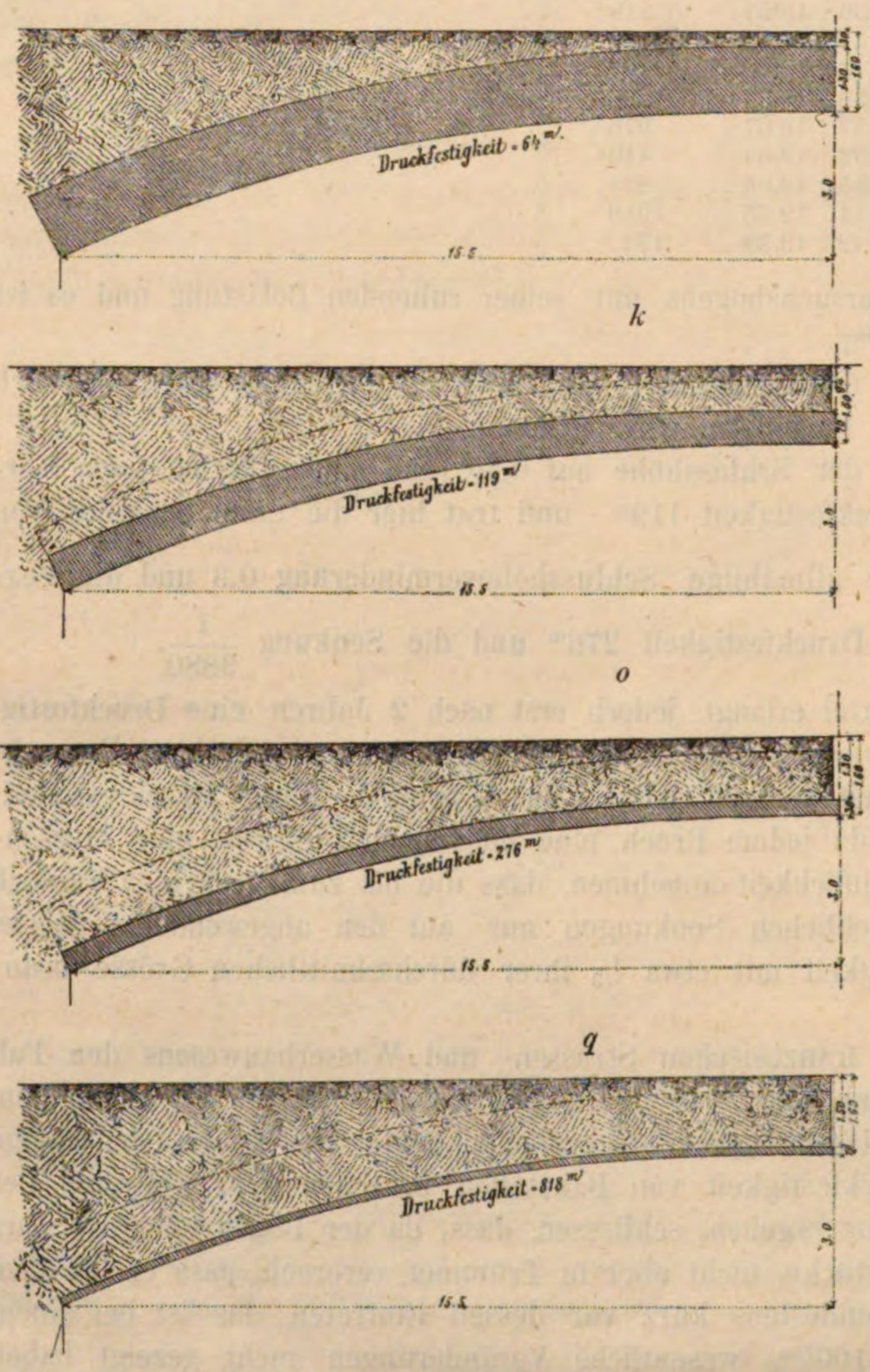
Leider haben die Beamten des französischen Strassen- und Wasserbauwesens den Fall p u. q nicht mehr untersucht, man kann aber, da der Bogen erst einstürtzte, bei einem dem Fall r u. s entsprechenden, vielleicht zwischen beiden gelegenem Zustande, aus den Beobachtungen, welche sich bei der Prüfung der Druckfestigkeit von Baustoffen zwischen dem Eintreten des ersten Risses und der völligen Zerstörung ergeben, schliessen, dass, da der Bogen beim Einsturz nur in 2 Paare ziemlich symmetrischer Stücke, nicht aber in Trümmer zerbrach, dass er bei dem durch r bezeichneten Zustande oder mindestens kurz vor dessen Eintreten, das ist bei einem Druckfestigkeitsanspruch von 900 bis 1000m, wesentliche Veränderungen nicht gezeigt haben würde.

Durch r ist der Zustand näherungsweise, jedoch offenbar zu günstig für die Wirklichkeit dargestellt, in welchem sich der Bogen im Augenblick des Einsturzes befand, insofern in r die Schlusshöhe zu 0,075m Höhe, bei 1,5m Breite, also an Masse ebensogross als 0,15 × 0,75, welches

die Abmessungen des Schlusssteins im Augenblick des Einsturzes waren, angenommmen ist. Thatsächlich wirkte also die Hälfte der Last nicht senkrecht, daher jedenfalls ungünstiger, als wenn auf einem Bogen von 0,075 Schlusstärke, eine gleichmässige Ueberschüttungshöhe von 1,525^{m} Statt gehabt hätte.

Es ist daher noch der Fall s für die Annahme einer Schlussstärke von 0,05^{m} und die gleichmässig hohe Belastung von 1,55^{m} mit in Betracht gezogen, und wird man vielleicht nicht fehl gehen, wenn man annimmt, dass im Augenblick des Einsturzes die Druckfestigkeit jedenfalls grösser als 1086^{m} vielleicht aber $\frac{1086 + 1740^{m}}{2}$ oder 1413^{m} = war.

Die 4 Figuren d, k, o, q veranschaulichen die entsprechend bezeichneten Fälle der obigen Zusammenstellung, in deren ersterem der Bogen also mit der ruhenden Belastung, trotz aller ihm aufgebürdeten so bedeutende Stösse ausübenden beweglichen Last keinerlei bleibende Veränderung, und in den andern er einzig und allein, bei so nahmhafter Vermehrung der ruhenden Last eine Senkung, welche verschwindend klein zu benennen ist, einging.



Die Zusammenstellung beginnt bei 1,6^{m} Schlusstärke und 0,00^{m} Belastung, aus Gründen, auf welche hier nicht ausführlich einzugehen ist, und nur das möge aus dem Vergleich von a mit den in Fig. A dargestellten Bogenlaibungen und zugehörigen Berechnungen ersehen werden, dass für 1,3 und 1,6^{m} Schlusstärke die beanspruchte Druckfestigkeit nur im Verhältniss von 56 zu 54 verschieden ist, d. h. in Worten: die Masse des Bogens ist so gross, dass der Anspruch an die Druckfestigkeit eine sehr geringe ist.

Wohl dürfte aber hier die Frage berechtigt sein: Wie würde sich irgend eine von Holz oder Eisen errichtete Brücke verhalten haben, wenn die Querschnitte ihrer tragenden Theile eine ähnliche Verminderung erlitten hätten, wie dies hier mit dem Steinbogen der Fall war?

Indem der Brückenbauer dem Herrn von Lagalisserie sich zu Dank verpflichtet fühlen wird, wenn er aus dem von seiner Ein- und Umsicht veranlassten Versuch Belehrung gefunden hat, wird man geneigt sein, den Ursachen nachzuforschen, welche diese Ergebnisse herbeiführten, und die Antwort auf die Frage, in welchem Umstande dies, uns Deutschen, staunenswerthe Ver-

halten dieser und ähnlicher bis über 50m weiten Brücken begründet sei, dürfte lauten: In der Ausführung eines den früher entwickelten Begriffen des Bogens entsprechenden Bogengemäuers, und zwar ist dies erreicht durch Anwendung eines dem verwendeten Gewölbstein in Betreff der Druckfestigkeit nahestehenden Mörtels und der Herstellungsweise tüchtigen Mauerwerks.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass wäre an Stelle des Vassycementmörtels ein deutscher, weit vorzüglicher Portlandcementmörtel verwendet, die Prüfungen des Versuchsbogens noch staunenswerthere Ergebnisse geliefert haben würden, da nach dem ganzen Verlauf der Prüfungen, und nach den in der Zusammenstellung a bis s ermittelten Druckfestigkeiten für verschiedene Schlusstärken mit Sicherheit gefolgert werden kann, dass wäre z. B. an Stelle des Vassycements welcher nach 2 Jahren erst eine Druckfestigkeit von 150 Kil. erreicht, ein Portlandcementmörtel verwendet, welcher nach 90 Tagen (wie die weiter oben mitgetheilte Skala zeigt) mit 2 Theil Sand, eine Druckfestigkeit von 240 Kil. mit 1 Theil Sand eine solche von 270 Kil. und rein verwendet, sogar eine solche von 390 Kil. in gleicher Frist erlangt, die bemerkbare erste Senkung des Bogens noch nicht eingetreten sein würde, wenn die Höhe des Schlusses bis auf 30cm (vergl. Fig. 0) vermindert worden wäre, denn es gilt der Satz 150: 119,390: x.

Ausführungen ähnlicher Art wie diese französischen, sind auch bei uns nicht gänzlich unbekannt, und abgesehen von den anfänglich besprochenen, durch Berichterstatter c und b veröffentlichten, in sehr verschiedenen Gegenden Mittel- und Nord-Deutschlands ausgeführten Bauten ist z. B. durch die deutsche Bauzeitung Jahrg. 1872 Nr. 47 mitgetheilt, dass ein Bogen, zu dessen Ausführung ein Stettiner-Portlandcement der ältesten dort bestehenden Fabrik Verwendung fand, sich um 5m, ein gleichweiter Ziegelbogen um des Zwölffache um 6m senkte; anderer Beispiele zu geschweigen.

Wenn daher dem Vorgehen und Beispiel von Lagalisserie's Anerkennung gezollt werden muss, so ist's der Erwähnung und Erörterung wohl werth, wie deutsche Brückenbauer in dieser gewiss für das Volkswohl nicht bedeutungslosen Stellung nehmen werden, beziehendlich genommen haben.

Das diesjährige Heft I der Oesterreichischen Ingenieur-Vereinszeitung giebt in einem ausführlichen Bericht von Fr. Kreuter der Bewunderung Ausdruck, welche der Genannte beim Anblick so vieler französischen Brücken mit Steinbögen, und deren Ausführungsweise („aus Bruchstein, keineswegs besonders für die Bogenform als Quader zugerichtet, sondern oft recht unregelmässig") empfunden hat, aber indem der Genannte nach Einzelheiten, wodurch diese Ausführung möglich wird, und welche Jedermann so oder auch recht anders machen kann, sucht, sagt er Nichts weiter, als was sich in die wenigen Worte zusammenfassen lässt, die dem oben gegebenen Begriff des Bogenmauerwerks entsprechen. — Hier, wo es sich darum handelt, nicht Handwerksregeln, und Ausführungsmaassregeln welche das Ziel auf mannigfache Art zu erreichen ermöglichen zu besprechen, kann daher der Bericht von Fr. Kreuter nur als Beweis dafür gelten, dass auch unsere österreichischen Landsleute aus dem Jhrgg. 1852 der Försterschen Bauzeitung nicht die ihnen wünschenswerthe Belehrung entnommen haben.

Für den Fachmann sollte eigentlich der Versuch nicht nothwendig, oder wenn überhaupt einmal irgendwo unternommen, weniger Beweis für das was er schon wissen müsste, als Anregung zur Weiterentwickelung seiner Anschauungen und Bestrebungen sein, aber wenn dies aus irgend einem Grunde nicht der Fall ist, so dürfte es eine dankenswerthe Arbeit sein, die Ursachen aufzusuchen, weshalb dies nicht der Fall ist.

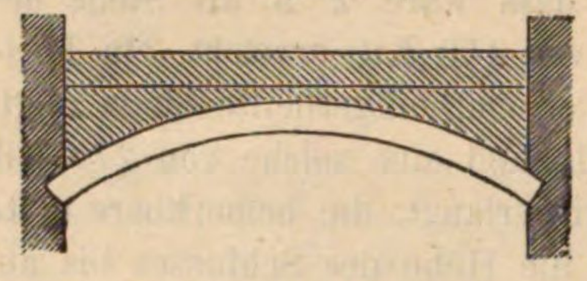
Als eine solche ist anzuführen die Verbreitung von Anschauungen über Bogen (wie folgt: Der Deutschen Bauzeitung entnommen)

Die Stabilität des tonnenförmigen Kappengewölbes.

Nach einem Vortrage im Architekten-Verein zu Berlin, gehalten von J. W. Schwedler.

Die Stabilität flacher tonnenförmiger Kappengewölbe, die ausser dem eigenen Gewichte des Bogens, der Uebermauerung etc. noch eine gleichmässig vertheilte zufällige Belastung (q pro □′) zu tragen haben, lässt sich, da hier im Allgemeinen der durch die nebenskizzirte Figur angedeutete Fall eintritt, nach den bekannten Gleichungen für eine horizontale Belastungslinie *) beurtheilen: nämlich:

Figur 1.



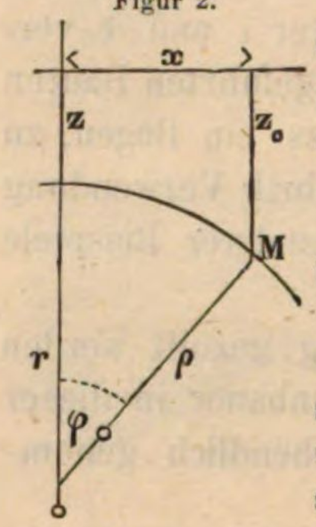
$$1)\quad x = \sqrt{H} \cdot ln \frac{Z + \sqrt{Z^2 - Z_0^2}}{Z_0}$$

und

$$2)\quad \varrho = \frac{Z_0 \cdot a \sec^3 \varphi}{\sqrt{1 + a \operatorname{tg}^2 \varphi}}$$

worin:

Figur 2.



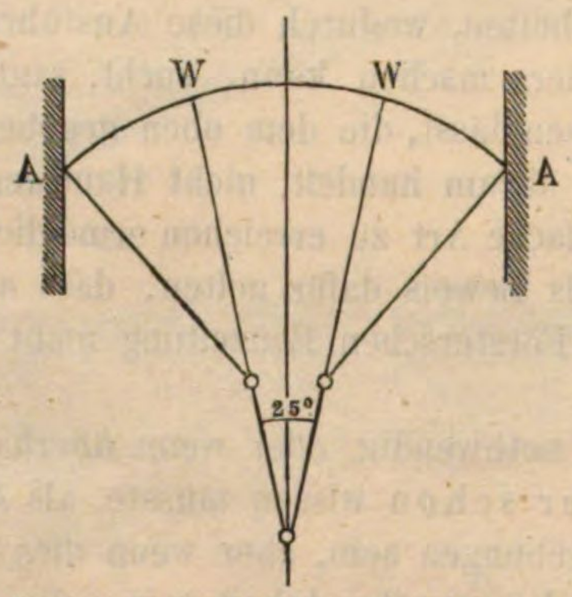
H den Horizontalschub des Gewölbes, Z_0 und Z beziehlich die Belastungshöhe (also auch die Ordinaten der Stützlinie) im Scheitel, in einem beliebigen, durch die Abszisse x festgelegten Punkte M bezeichnen; ferner r und ϱ beziehlich den Krümmungshalbmesser im Scheitel und in dem beliebigen Punkte M, endlich a den sogenannten „Model“ oder das Verhältniss

$$\frac{r}{Z_0} = \frac{\text{Krümmungshalbmesser im Scheitel}}{\text{Belastungshöhe im Scheitel}}$$

bedeuten.

Da man in der Praxis die Form des Gewölbes meist nach einem Kreisbogen festlegt, so wäre zu untersuchen, in wie weit der Kreisbogen von der durch die Gleichung 1. und 2. bestimmten Gleichgewichtskurve abweicht. Führt man zu dem Zwecke für die letztere zunächst noch eine Näherungsform ein, d. h. bestimmt sie als Korblinie aus etwa 5 Mittelpunkten, so findet sich, dass die grösste Uebereinstimmung mit der Kreislinie eintritt, wenn der Model $= \frac{r}{Z_0} = 3$ ist; in diesem Falle reicht der mittlere Bogen der Korblinie bis zu einem Zentriwinkel von 60°, es fällt also auch die Gleichgewichtskurve sehr annähernd bis zu 60° mit der Kreislinie zusammen, wobei wenigstens für flache Kappen auch das Widerlager erreicht sein wird. Wird dagegen $a < 3$, so umfasst der mittelste Bogen der Korblinie nur einen Zentriwinkel von 25°; sind damit die Widerlager noch nicht erreicht, so muss von hier aus der Radius verkürzt werden. Dies kann stärker geschehen, als für das Gleichgewicht erforderlich ist, so dass die Punkte W W gleichsam als Widerlager des mittleren Bogenstückes gelten können, während die angrenzenden Bogenstücke den Schub weiter bis nach A hin übertragen.

Fig. 3.



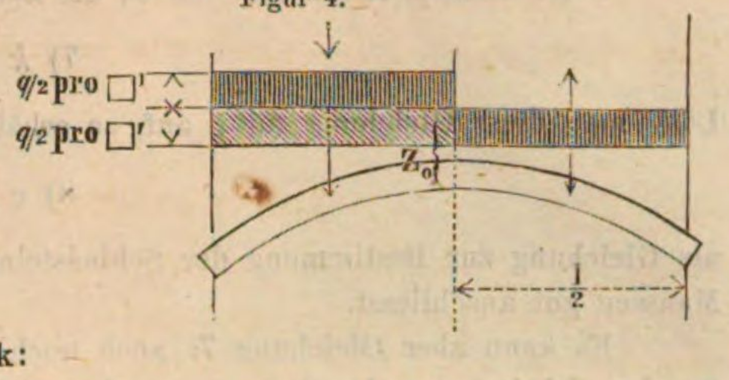
Hiernach kann man für jeden gegebenen Model a die für die Stabilität flacher Tonnengewölbe erforderliche Wölblinie, so lange die variable Belastung gleichmässig vertheilt ist, als Korblinie aus 3 Mittelpunkten hinreichend genau bestimmen.

Wichtiger für die praktische Ausführung ist die Untersuchung der Stabilität, wenn man eine ungleichförmige Vertheilung der mobilen Belastung zu Grunde legt. Wollte man sich zunächst die Frage vorlegen, wie denn überhaupt diese Vertheilung gedacht werden müsse, um die grösste Anstrengung des Bogens zu finden, so würde man damit vor eine äusserst komplicirte Aufgabe treten, Man kann die genaue Lösung dieser Aufgabe auch füglich entbehren, da es eine andere, äusserst einfache Vertheilung der mobilen Belastung giebt, welche jenem ungünstigsten Falle sehr nahe kommt; diese schiefe Belastung stellt sich derart, dass die eine Hälfte des Gewölbes leer, die andere voll gedrückt durch die mobile Belastung (q pro □′) angesehen wird.

Die Folge dieser schiefen Belastung ist, dass der Bogen nicht mehr einen tangential zu seiner Mittellinie ge-

gerichteten Druck allein, sondern auch ein Biegungsmoment, welches durch die Abweichung der Drucklinie aus der Gewölbemitte entsteht, aufzunehmen hat, also für beide Inanspruchnahmen hinreichend stark konstruirt sein muss. Die Werthe dieser Widerstände erhält man leicht, wenn man die einseitige Belastung $q\frac{l}{2}$ in eine gleichförmige $\frac{q}{2} \cdot l$ und ein Belastungspaar $-\frac{ql}{2}, +\frac{ql}{2}$ zerlegt. Erstere erzeugt den Druck, das Letztere die Biegung.

Figur 4.



Die gleichförmig vertheilte halbe Maximallast erzeugt einen Druck:

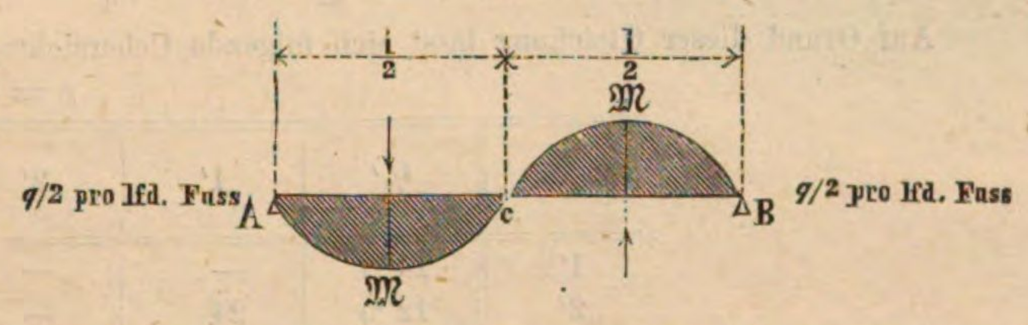
$$3)\quad H = Z_0 \cdot r,$$

wobei Z_0 die Summe von der Schlusssteinstärke (e), der Uebermauerung (e) und von $\frac{q}{2}$ ist.

$$Z_0 = c + e + \frac{2}{q}$$

Das Belastungspaar erzeugt in den beiden Bogenhälften gleiche und entgegengesetzte Biegungen, da zu dem so eben bei der Berechnung von H beschriebenen Zustande rechts die Belastung $\frac{q}{2}$ pro $\square'$ negativ, links dieselbe positiv hinzugefügt wird, wonach die ursprünglich angenommene schiefe Vertheilung wieder erreicht wird. Da es sich nun ferner blos um vertikale Kräfte handelt, kann der Betrachtung zunächst ein elastischer gerader Balken von der Länge der Bogenspannweite l zu Grunde gelegt werden, dessen rechte Hälfte mit $\frac{q}{2}$ pro lfd. Fuss nach oben, dessen linke Hälfte mit $\frac{q}{2}$ nach unten durchgebogen wird; für diesen in Fig. 5 skizzirten Fall ist aber das Angriffsmoment in $c = o$, während das Maximalangriffsmoment um $\frac{l}{4}$ von den Enden entfernt den Werth hat

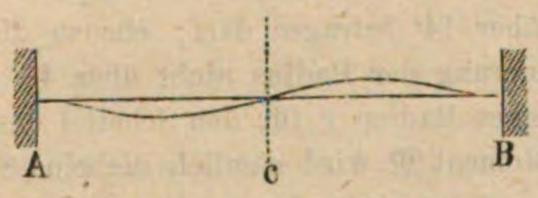
Figur 5.



$$4)\quad \mathfrak{M} = \frac{1}{8}\left(\frac{q}{2}\right)\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{ql^2}{94}.$$

Die Kontinuität des Bogens in c ist also auf die Deformation nicht von Einfluss. Bei Berücksichtigung der Kontinuität in A und B gestaltet sich die Deformation so:

Figur 6.



und es tritt das Biegungsmoment 4. bei A und B auf.

Nennt man die Anstrengung des Materials, welche aus dem Drucke H hervorgeht, $= k'$ pro $\square'$, die aus dem Momente $\mathfrak{M}$ hervorgehende $= k''$ pro $\square'$, so erhält man, immer 1′ Tiefe des Gewölbes gerechnet, aus 3.

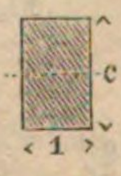
$$k^1 \cdot c = Z_0 \cdot r,$$

worin c die Schlussteinstärke in Fussen, also

$$5)\quad k^1 = \frac{Z_0 \cdot r}{c},$$

dagegen aus 4., entsprechend dem Widerstandsmomente eines rechteckigen Querschnittes von der Breite 1 nnd der Höhe c

Figur 7.



$$\frac{1}{6} \cdot k'' \cdot c^2 = \frac{ql^2}{64} \text{ oder}$$

$$k'' = \frac{3}{32} \cdot \frac{ql}{c^2},$$

wofür man rund setzen kann:

$$6)\quad k'' = \frac{1}{11}\,\frac{ql^2}{c^2}.$$

Beide Inanspruchnahmen dürfen die zulässige Spannung k des Materials nicht überschreiten; man erhält also:

$$7)\quad k \geqq k' + k'' = \frac{Z_0 \cdot r}{c} + \frac{1}{11}\frac{ql^2}{c^2}$$

Löst man diese Gleichung für c auf, so erhält man

$$8)\quad c \geqq \frac{Z_0 \cdot r}{2k} + \sqrt{\frac{ql^2}{11k} + \frac{Z_0{}^2 \cdot r^2}{4k^2}}$$

als Gleichung zur Bestimmung der Schlusssteinstärke eines Tonnengewölbes, die sich auch den in der Praxis üblichen Maassen gut anschliesst.

Es kann aber Gleichung 7. auch noch mit Vortheil benutzt werden, um denjenigen Krümmungshalbmesser r für den Scheitel des Gewölbes daraus herzuleiten, welcher bei gegebenem Z_0 jedenfalls nicht überschritten werden darf. Man erhält nämlich aus 7:

$$9)\quad r \leqq \frac{kc}{Z_0} - \frac{ql^2}{11\,c\,.\,Z_0}.$$

Sowohl bei gewöhnlichen Brücken, als auch bei Hochbaukonstruktionen ist es üblich, die mobile Belastung $q = 1$ Zentner pro □′ zu setzen; dies berücksichtigt und ferner noch den Werth $l = r$ gesetzt für eine Kappe, deren Mittelpunktswinkel 60 Grad ist, erhält man aus 9:

$$10)\quad r \leqq c\left[\sqrt{11\,k + \frac{121}{4}\,Z_0{}^2} - \frac{11}{2}\,Z_0\right]$$

Auf Grund dieser Gleichung lässt sich folgende Uebersichts-Tabelle zusammenstellen:

	c =				
Z_0 =	½′	1′	2′	3′	4′
1′	14 *)	—	—	—	—
2′	12 *)	24	—	—	—
3′	10	20	40	—	—
4′	9	18	36	54	—
5′	7¾	15½	31	46½	62
8′	5	10	20	30	40

Die Festigkeit k des Materials ist dabei = 100 Ztr. pro □′ gerechnet. Der Gebrauch der Tabelle ist einfach: der Werth Z_0 setzt sich aus der Schlusssteinstärke c, der Uebermauerung e und ½′ Belastungshöhe für variable Belastung zusammen, welche Höhe dem Werthe $\frac{q}{2} = \frac{1}{2}$ Ztr. pro □′ bei 1 Zentner Gewicht pro Kubfss. des Bogenmaterials entspricht. So würde also z. B. die Zahl 14 der ersten Spalte bedeuten, dass der Radius für eine ½′ starke Kappe ohne Uebermauerung nicht über 14′ betragen darf; ebenso die Zahl 40 der letzten Spalte, dass bei einem 4′ starken Bogen mit 3½′ Uebermauerung der Radius nicht über 40′ betragen soll.

Bei Bestimmung der grössten zulässigen Radien r für den Scheitel des Gewölbes ist indessen noch ein zweiter Umstand nicht zu übersehen. Durch das Moment $\mathfrak{M}$ wird nämlich die eine Seite des Gewölbe-Querschnittes in Druckspannung, die andere in Zugspannung versetzt; wird also verlangt, dass k nicht negativ werden, d. h dass das Material nicht auf absolute Festigkeit in Anspruch genommen werden darf, so muss, indem man in 7. k'' negativ setzt,

$$o \leqq \frac{Z_0\,r}{c} - \frac{1}{11}\frac{ql^2}{c^2}$$

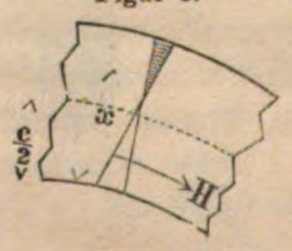
bleiben, oder es darf r nicht grösser werden, als

$$11)\quad r = 11\,c\,Z_0$$

wobei wieder $q = 1$ und $l = r$ gesetzt ist. Soweit diese neuen Radien kleiner werden, als die in der vorigen Tabelle angegebenen, müssen sie maassgebend bleiben; es würde dies nur bei den beiden mit * bezeichneten Werthen von 14′ und 12′ zutreffen, für welche beziehlich 5½′ und 11′ einträte.

Die ½′ starke Kappe ohne Uebermauerung wird dadurch in sehr enge Grenzen eingeschlossen. Man könnte hier wohl füglich von dem vorigen Gesichtspunkte abweichen und die absolute Festigkeit bis zu einem gewissen Grade in Anspruch nehmen; sollte dabei auf der einen Seite ein Oeffnen der Fugen eintreten, so wird dies für den Fall unschädlich sein, dass auf der entgegengesetzten Seite der Druck k wenigstens den Werth von 100 Zentner nicht überschreitet.

Figur 8.



Nimmt man an, die Fuge klaffte so weit, dass nur die Höhe x geschlossen bliebe, so würde der durch den Schwerpunkt des Dreiecks x gerichtete Druck H ein Moment $\left(\frac{c}{2} - \frac{x}{3}\right)$

H erzeugen, welches dem Momente $\mathfrak{M}$ gleich zu setzen ist, also

$$\left(\frac{c}{2} - \frac{x}{3}\right) Z_0 \,.\, r - \frac{ql^2}{64}.$$

Der Druck selbst ist:

$$H = Z_0 \,.\, r \leqq \frac{kx}{2};$$

man hat also

$$x = \frac{2\,Z_0 \,.\, r}{k},$$

und diesen Werth in die erstere Gleichung eingetragen, q wieder $= 1$ und $l = r$ gesetzt, ergiebt

$$\left(\frac{c}{2} - \frac{2\,Z_0 \,.\, r}{3\,k}\right) Z_0 \,.\, r = \frac{r^1}{64} \text{ oder}$$

$$12)\ r \leqq \frac{32\,c\,Z_0\,k}{k + 43\,Z_0{}^2}.$$

Für $k = 100$ Zentner erhält man im erwähnten Falle ($c = ½$, $Z_0 = 1$)

$$r \leqq 11'.$$

Bei klaffender Fuge kann also das ½′ starke Tonnengewölbe ohne Uebermauerung füglich bis zu 11′ Radius ausgeführt werden. Es ist zu bemerken, dass für $k = \infty$ $r = 16$ wird; mithin kann dies Gewölbe bei 16 Fuss Spannweite. durch einseitige Belastung zerstört werden. Die Tabelle wäre also schliesslich bei den beiden *Werthen dahin zu ändern, dass für 14′ der Werth von 11′ und für 12′ der Werth von 11′ einzutragen bliebe. —

Man kann sich leicht davon überzeugen, dass die gleichförmig vertheilte Maximallast q pro □′ einen Druck erzeugt, der $H, = (Z_0 + ½)\,r = c\,k'$ ist, und bei dem k' immer kleiner bleibt k, wenn nicht Z_0 sehr gross wird, in welchem letzteren Falle auch die Uebermauerung schon der elastischen Beweglichkeit des Gewölbes Hindernisse bereitet. —

Der Vertreter dieser Anschauungen steht also auf dem Standpunkt, dass er noch besondere Hintermauerung u. dgl. für nöthig hält, und bei einem nach diesen seinen Ansichten ausgeführten Bogen, wenn derselbe nur eine geringe Weite von 4 bis 5^m hat, Formveränderungen, weit klaffende Fugen, Einsturz u. dgl. voraussieht, wenn eine Belastung von 550 Kil. pro □M. (1 Ctr. pro □F.) auf einer Seite Statt hat.

Die Richtigkeit dieser seiner Ermittelungen und Voraussetzungen mag bei den nach seinen Anschauungen angeordneten Bogen-Ausführungen, welche den Forderungen eines statisch richtig hergestellten Bogens, wie solche hier erörtert sind, nicht entsprechen, zugegeben werden.

Wird diesen statischen Anforderungen im Entwurf und dem oben entwickelten Begriff bei der Ausführung entsprochen, so genügt ein Hinweis auf die Fig. A und auf Fig. d, sowie die zugehörigen Berechnungen, um Folgendes z. B. zu erkennen. Nimmt man für diesen 31^m weiten (also gegen 4 bis 5^m weitern) Bogen, dessen Druckfestigkeit für eine 30^{cm}“ hohe Belastung 64^m ist, auf der einen Hälfte diese 30^{cm} hohe Ueberschüttung fort, so tritt offenbar der im Vorhergehenden vom Berichterstatter f angenommene Fall der schiefen Belastung ein.

Aus Fig. A und zugehöriger Berechnung ist bekannt, dass wenn diese 30^{cm} hohe Belastung fortgenommen würde, so verringert sich die Druckfestigkeit auf 56^m.

Man darf ohne Weiteres schliessen, dass wenn nur die Hälfte dieser Belastung fortgenommen wird, die Druckfestigkeit des Bogengemäuers sich zwischen 64^m und 56^m stellt, und zwar wird sie, wenn wie vorausgesetzt, die eine Bogenhälfte mehr als die andere belastet ist, eine Einwirkung auf Formveränderung der Bogenleibung erstreben, aber noch bei Weitem nicht ermöglichen; es wird vielmehr, wie aus den mit dem Versuchsbogen angestellten stossweisen, so bedeutend grössere Belastungen hervorgeht, dieser Belastungsunterschied ganz vollständig spurlos für die Bogenform bleiben; die Druckfestigkeit des Baustoffes wird die Formveränderung verhindern. Nimmt man dagegen, um sich eine Vorstellung von der Einwirkung der fraglichen Last zu verschaffen, die gesammte Belastung in einer Linie, Drucklinie, vereinigt an, so lässt sich allerdings

durch Rechnung, wie späterhin bei etwaiger Erörterung von Maassregeln, welche die Ausführung betreffen, auch aus andern Gründen zu geschehen haben würde, nachweisen, dass diese Linie an Gestalt, in dem einen, und dem andern Falle von einander verschieden ist, dass diese Verschiedenheit jedoch für einen statisch richtigen Anschauungen entsprechenden Bogen eine so geringfügige ist, um von ihr sagen zu können: Als Linie und um der Erkenntniss willen, welchen Einfluss die schiefe Belastung haben könnte, (wenn der Bogen kein Körper sondern eine Linie wäre) ist die Aufzeichnung derselben und die sie begleitenden Untersuchungen wohl der Beachtung werth; für die Wirklichkeit aber ist bei einem statisch richtig angeordneten, und dem Begriff des Bogens entsprechend ausgeführten Bau die schiefe Belastung innerhalb der Gränzen wie solche durch Verkehrsbelastung möglich wird, bedeutungslos.

Wenn Männer aber von so bedeutendem Ruf, wie Berichterstatter ſ Vertreter von dergleichen und ähnlichen, mit dem Begriff des Bogens in Widerspruch stehenden Anschauungen sind, so dürfte das jedenfalls einer der Gründe sein, weshalb in dem Lande, dessen Angehöriger er ist, die Bogenbauten gegen die des Nachbarlandes weit zurückstehen. Auf diese unrichtigen Anschauungen würde bei etwaiger Besprechung von Brücken schiefwinkliger Grundform namentlich zurückzukommen sein; hier genüge es zu sagen, dass wenn irgend eine Bauweise von Stein theoretischen Untersuchungen unterzogen wird, so sollte sie 1. der Form nach den theoretischen Anforderungen genügen; das ist nicht der Fall, wenn Verfasser einen Bogen (wie jedoch ausdrücklich hervorgehoben ist) mit gleich starken Schenkeln zum Gegenstand seiner Erörterungen macht, und das ist ferner nicht der Fall, wenn er 2: wie a. a. O. wiederholt geschehen, die erste und hauptsächlichste Grundbedingung, die gleichmässige Druckfestigkeit der Baustoffe ausser Augen lässt, einen Steinbogen vielmehr, wie etwa ein aus Kugelgelenken gebildetes Etwas betrachtet. — Mit gleichem Recht würde Jemand, der eine Bauweise in Holz oder in Eisen einer Betrachtung unterwirft, an Stelle der Eigenschaften dieser Baustoffe etwa die von Guttapercha oder dgl. setzen müssen.

Ein zweiter Grund für diesen Unterschied in den Bogenbauten Frankreichs und Deutschlands, ist die Beurtheilung eines Baus, der in erster Linie, wie dies von einer Brücke behauptet werden darf, ein Zweckmässigkeitsbau ist, nicht nach seinem wahren Werthe, sondern nach Aeusserlichkeiten. Hier sind alte, durch viele Jahre fortgesetzte Versündigungen — Verzeihung für den Ausdruck — Seitens einer in ihrem Wirken höchst verdienstvollen, nnd vielfach als maassgebend angesehenen Körperschaft, Seitens der Beurtheilungscommission des Architecten-Vereins in Berlin zu verzeichnen.

Im Jahre 1856 war z. B. behufs der ersten von diesem Verein ausgeschriebenen Concurenz zum Schinkelfest der Entwurf zu einer Brücke eingeliefert, welche allen im Obigen entwickelten, und nunmehr seit einem Menschenalter vielfach bewährten Grundsätzen der Stabilität, bei einem Anspruch an die Druckfestigkeit der Baustofie von etwa 80^{m} also 14 Kil. pro □^{m} entsprach. — Der Entwurf, allerdings dem an hier noch heut übliche Anschauungen Gewöhnten, seinen Massen nach geringfügig erscheinend, wurde als der Stabilität ermangelnd bezeichnet und

*) Einen näher liegenden u. thatsächlichen Beweis für die Bedeutungslosigkeit der schiefen Belastung eines nach richtigern Ansichten angeordneten Bogens von ähnlicher Weite, wie Berichterstatter ſ solche zum Gegenstand seiner Untersuchung wählt. giebt die Baugewerkzeitung Nro. 103. Jhrgg. 1877, woselbst der einsichtige und für jede Belehrung empfängliche Liebold durch Mittheilungen über einen Steinbogen Kunde giebt, dass er alle die Fehler welche bei Entwurf nnd Ausführung der oben besprochenen Lennebrücke gemacht und dadurch den Bau, so völlig nutzlos um fast das Doppelte vertheuert hat, zu vermeiden sich bemüht hat. — Dieser Bogen wurde nämlich nicht mit nur 500 k, nur, sondern mit 3500 k. pro □M. probeweis belastet und würde noch 3fach höher belastet werden können. — Während des Auf- und Abbringens der Probelast war es natürlich auch schiefer Belastung ohne ohne jeglichen sichtbaren Einfluss unterwerfen.

dieses Urtheil, wäre seine Richtigkeit nicht durch vielfache Ausführungen widerlegt, und nachweisbar ohne jede Ausführung, durchaus an und für sich falsch, wäre unmöglich gewesen, wenn auch nur ein Einziger unter den Urtheilsfällern eine Kenntniss, ein Wissen, wie es von denjenigen verlangt werden könnte, welche zu diesem Ehrenamt berufen sind, gehabt hätte. — Kenntniss und Wissen ist jedoch hier nicht der richtige, der möglichst bezeichnende Ausdruck, denn es befanden sich unter diesen hoch verdienten Urtheilsfällern Personen, bei denen diese Eigenschaft zu bezweifeln unmöglich ist; so mag denn die zutreffende Bezeichnung derjenigen Eigenschaft, die dies unrichtige Urtheil zu fällen ermöglichte, unterbleiben. — Es ist jedoch auch bei andern, spätern und vielleicht minder grossen Aufgaben, als die in Rede stehende war, bemerkt worden und noch heut nachweisbar, dass z. B. bei einer eine Brücke betreffenden Concurrenzaufgabe, das Bild, die äussere Erscheinung, die Darstellungsweise, nicht der Werth des Bauwerks an und für sich, welcher vorkommendenfalls ein äusserst geringer war, den Siegeskranz erlangte. — Diese nicht ohne Einwirkung auf das Leben bleibende Erscheinung wäre unmöglich, wenn bei Zweckmässigkeitsbauten die Darstellungsweise entweder ganz ausser Betracht bliebe, oder sich nur zeigen dürfte, wenn die andern, die hauptsächlichsten Bedingungen, deren Beurtheilung allerdings oft minder leicht ist, erfüllt wären. Es wird bei den französischen Bauten die Gewohnheit französischer Zeitschriften z. B. der Oppermann'schen, in übersichtlicher Anordnung den Preis der Bauwerke nach bestimmten Gesichtspunkten anzuführen, sicher nicht ohne Erfolg für billige Bauten sein; wie könnte man aber von einer Beurtheilungscommission, wie die des Arch.: Vereins, welche in dem vorangeführten Falle nicht einmal die Stabilitätsfrage eingehend zu beurtheilen sich gemüssigt sah, etwa noch Beurtheilung selbst nach dieser Richtung verlangen? — Kann man von einer, aus frei williger Thätigkeit sich um den Fortschritt in hundert und aber hundert Fällen mühenden Commission mehr noch, als sie leistet, erwarten? —

Die Hochachtung, welche ihrem Wirken zu zollen ist, und gezollt wird, möge nicht gemindert erscheinen, wenn ein vor mehr denn 20 Jahren von ihr gefälltes Urtheil nach so langer Frist, als ein irriges bezeichnet wird.

Die Länge der Zeit wird, so ist zu hoffen, darthun, dass ihr Schiedsspruch derjenigen Achtung begegnete, welche ihr Wirken für das Gemeinwohl verdient, auch wenn sie irrt.

Der damals preisgekrönte Entwurf ist öffentliches oder Vereins-Eigenthum. Seine $\left(\frac{20^{\circ}}{126}\right)$ $\frac{6{,}2^{\,m}}{39{,}5}$ weiten Hauptöffnungen, haben ca. 1,6 Schlussstärke; die Höhe bis zu der überall auf Hohlräume liegenden Fahrbahnoberkante beträgt etwa 1^{m}.

Die gewaltigen Mittelstützen sind bis zur Fahrbahn hinaufgemauert.

Jeder einzelne dieser Punkte ist eine Anklage gegen die Preisrichter; aber es muss anerkannt werden, dass diese Aussergewöhnlichkeit eines Brückenentwurfs durch 2 Perspectiven, welche durch landschaftliche Behandlung, Farbe u. s. w. bestechen mögen, die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken vermag. Die Kosten dieser Brücke würden, wenn ausgeführt, wohl die vierfachen des Erforderlichen, und ihre Zweckmässigkeit in Betreff der Vorfluthsbeschaffung nicht die grösseste sein.

Dieser Beurtheilungscommission in Betreff einer Anzahl der Mitglieder meistens sehr nahestehend, ist eine öffentliche hohe oder höchste Behörde von welcher hier geschwiegen wird später ist noch auf die Bauausführungen, welche der preussische Staat bei Eisenbahnen veranlasst, ein kurzer Blick, unter Anführung der Quelle zu werfen.

Wenn ein Beispiel, welches gar nicht bis zur Entscheidung dieser höchsten Behörde gelangte, an Stelle vieler hier angeführt werden darf, so mag eine von dem Bauinspector Schönenberg in Lissa seiner vorgesetzten Behörde, der Regierung in Posen s. Z. zur Genehmigung vor-

gelegte Warthebrücke hier genannt werden, deren Oeffnungen 20 bis 30^{m} weit, und deren Abmessungen mit Rücksicht auf eine Druckfestigkeit von etwa 90^{m} bestimmt waren; aber es ist für eine Behörde nicht nöthig, dass sie Gründe dafür anführt, weshalb sie einen Entwurf, und wäre er auch im höchsten Grade empfehlenswerth, verwirft, sondern es genügt, dass sie ihn ohne Gründe ablehnt, und so geschah es im gedachten Falle, dass bei genügenden Mitteln ein Bau mit Eisenoberbau als der empfehlenswerthere bezeichnet, und da diese genügenden, nämlich für Eisen genügenden Mittel nicht vorhanden waren, ein Holzoberbau demnächst ausgeführt wurde.

Woher nun dieser Wahn, der den Eisenoberbau bevorzugen wollte, und da die Mittel fehlten, den Holzbau zuliess.

Wenn die später, nach Plessners's Veranschlagungswerk, mitgetheilten, in Preussen üblichen Ansichten über Steinbrücken geprüft werden, so ergiebt sich leicht, dass man entweder gar nicht, oder nur mit ganz ungeheuren Kosten dergleichen Brücken ausführen kann.

Den mit diesen Anschauungen aufgewachsenen Fachleuten mussten die Thaten, welche mittelst des Eisens möglich, doppelt und dreifach bedeutsam erscheinen. — Wer sollte nicht geblendet werden können, wenn er es für eine Unmöglichkeit ansehen zu müssen glaubte, Oeffnungen von etwa 50^{m} Weite mittelst des Steins zu überbauen, wenn er nun Oeffnungen von 100^{m} und mehr Weite mittelst des Eisens überbrückt sah? Wenn er, wie dies z. B. in Betreff der Dirschauer Weichselbrücke mit ihren über 100^{m} weiten Oeffnungen der Fall war, das bisher nur etwa in's Bereich der Fabel Gehörige, in den herrlichsten mit Hülfe der grössten Künstler auf dem Gebiet der Landschaftsmalerei hergestellten Zeichnungen, dergleichen er nie zuvor gesehen, durch Biermann's angestaunte Kunst in lebensvollen Bildern vor sich sah?

Um mehr noch für das Eisen zu begeistern, erfolgte durch eine Fügung des Geschicks, von der höchsten Behörde die Preisertheilung für einen Concurrenzentwurf, dessen Ausführung nie erfolgt ist, und dessen Ausführung, nach dem eigenen Geständniss des Gekrönten, nie möglich gewesen sein würde; — so wenigstens besagen die Erinnerungen an ein längst der Gegenwart entrücktes, aber sicherlich nicht ohne Folgen gebliebenes Ereigniss, welches selbst, wenn diese Erinnerungen unrichtige sind, nicht unerwähnt bleiben mag, da sie, falls sie vom Urheber des gekrönten Entwurfs nicht selbst ausgegangen sind, jedenfalls ihre Entstehung auf ihm wahrhaft befreundete, und für seine Begabung begeisterte Fachgenossen-Kreise zurückzuführen sind. — Nicht Neid, nicht Scheelsucht sondern nur Zweifel etwa solcher Jünger des Baufachs, welche für dasselbe erglühten, können die Ursache dieser etwaigen Mähr sein.*) — Hier also ist ein fernerer und vielleicht sehr wirkungsvoller Grund zu erkennen, welcher die Aufmerksamkeit von den Steinbauten ablenkte, zu welchen zurückkehre.

Der vergeblichen Bemühungen andere und bessere, als den bislang fast ausschliesslich als maassgebend anzusehenden Anschauungen über Bogenbrücken Boden zu beschaffen, und wäre es auch bei kleinen und kleinsten Bauten, welche sich an die Herstellung des Chausseenetzes im Prenzlauer Kreis knüpften, ist bereits gedacht. Es wird somit vielleicht unmöglich sein, zu behaupten, es wäre etwas Anderes als ein letzter äusserster Schritt, wenn zu den Arbeiten, Entwürfe aufzustellen auf die Gefahr nutzloser Anstrengung hin, Gewerbtreibende den Entschluss fassten, deutschen Brückenbauern noch das Anerbieten entgegenzubringen, der fehlenden Erkenntniss, der mangelnden Einsicht dadurch Vorschub zu leisten, dass sie sich erboten, Versuchsbögen, wie den der Doppelbrücke in Paris, dem jeweilig vorliegenden Entwurf entsprechend, auf eigene

---

*) Der fragliche preisgekrönte — wenn ich mich recht errinnere — vom Sieger nach erhaltener Palme noch in Betreff der von ihm selbst erkannten Mängel verbesserte Entwurf ist mitgetheilt: Zeitschrift für Bauwesen, Jhrgg. 1851. Blatt 22. Wenn im Obigen Irrthümer sind, so wird das vermuthlich dazu beitragen, dass Brücken dieser Art, nunmehr um somehr gebaut werden, wenn sie sich durch Billigkeit und Dauer auszeichnen.

Gefahr und Kosten auszuführen, solche auch auf eigene Kosten zu belasten, unter dem einzigen Beding, dass nach tadellosem Befund die Ausführung des betreffenden Bauwerks ihnen zu vorher festgesetztem Preise übertragen werde.

Welche Stellung nun haben deutsche Brückenbauer, die wie Deutschlands Bauten beweisen, und wie Fr. Kreuter dies auch noch in allerneuester Zeit von österreichischen Bauten öffentlich bekundet*), so weit hinter franz. Brücken ähnlicher Bauart zurückstehen, solchem Anerbieten gegenüber genommen? — solch einem an und für sich beklagenswerthem und betrübendem Anerbieten, welches z. B. nie nöthig sein würde, einem Brückenbauer gegenüber, der auf der Stufe derErkenntniss, wie Berichterstatter e angelangt ist,**) wenn er auch auf dieser Stufe, wie vielleicht zuzugeben ist, noch Fehlgriffe begangen, welches jedoch leider der grossen Menge der von hierher gehörigen Fortschritten der Wissenschaft wenig oder nicht berührten Fachgenossen gegenüber nothwendig ist, vergleichbar dem groben Geschütz, welches als das letzte Hülfsmittel der Könige durch eine Inschrift bezeichnet wird?

Fünf Fälle derartiger Anerbietungen, begleitet von den vorliegenden baulichen Aufgaben vollkommen und in jeder Richtung entsprechenden Entwürfen, bei welchen unter Verwendung von Rüdersdorfer Kalkstein und Portlandcementmörtel, die Abmessungen der im äussersten Falle 18,6^{m} weiten Oeffnungen für eine Druckfestigkeit von nur 60^{m} festgesetzt waren, fanden bei den betreffenden Brückenbauern, theils einfache dankende Ablehnung, theils war dieselbe begleitet von eingehender Belehrung, welche für den Unterricht und die Unterweisung eines Lehrlings im Maurerhandwerk vielleicht nicht besser hätte sein können, welche aber sehr geringes Verständniss der für Bogengemäuer maassgebenden Begriffe bekundete.

Bei allen 5 genannten Anerbietungen, welche die betreffenden Gewerbetreibenden machten, waren die Bausummen erheblich, zum Theil bis 60% in Betreff der Kosten geringere, als solche für die von den betreffenden Behörden geplanten Entwürfe theils bereits erfahrungsmässig waren, theils inzwischen erwiesene sind. Das ist jedoch nur die eine Seite der Sache; jedoch ausserdem waren die Bauwerke der von den gedachten Gewerbetreibenden, wie 30 Jahre alte Erfahrungen darthun, an Sicherheit und Dauer entschieden zu bevorzugende; denn während diese Unternehmer bereit waren, Bauwerke mit durchaus für jede denkbar mögliche Belastung, so weit erkennbar, unveränderliche Bögen auszuführen, und — wie gesagt — auf ihre Kosten dies durch Versuchsbögen, an Ort und Stelle zu beweisen, hat eine dieser Behörden inzwischen Bauwerke errichtet, von

---

*) Es wird jedoch später sehr leicht sein, den Nachweis zu führen, dass zwischen den gleichzeitig in Oesterreich ausgeführten besten Bauten (die Verschiedenheit in Oesterreich ist sehr gross; viel grösser als z. B. in Preussen) und den besten hervorragendsten Bauten Preussens noch ein erheblicher Unterschied zu Gunsten ersterer ist.

**) Die Correctur vorliegenden Textes fällt mit dem Tage des Erscheinens d. Bauz. Nro. 4 Jhrgg. 1878 zusammen, in welcher das eben Gesagte die auffälligste Bestätigung findet. — Freilich bekundet e durch diese seine Auslessung die Grösse der Irthümer in welchen er befangen ist nicht minder auffällig, wie Nro. 103 d. Baugewerkzeitung darthut, in welcher Liebold sagt, dass er alles dasjenige, was e als erstrebenswerth oder bedeutsam erachtet, in der Zeit von wenigen Monaten als Verkehrtes neuerdings vermieden hat, nachdem er durch Vorlage der Zeichnungen in Nro. 53 d. d. B. Jhrgg. 1877 auf die Fehler und Mängel aufmerksam gemacht wurde. — Wir Deutsche würden nicht oder sehr wenig vorwärts kommen, wenn die sogenannte Cementbetonbrücke irgend welche Nachahmung als „solche“ verdiente, und gebührt es dem Erbauer zur grössten Ehre, dass er in Zeit von wenigen Monaten den Fortschritt gemacht hat, von welchem die Baugewerkzeitung 103 Kunde bringt, und deren Kenntniss daher dem Berichterstatter e zur Aufklärung in Betreff der Ueberschätzung der fraglichen Bröcke und seiner eigenen Irrthümer dienen wird. — Vom Cementbéton, so wolle man sichs merken, ist für den Brückenbau Nichts (Grundbau ausgenommen), als Verdummung der Geister, Rückschritt in der Entwickelung des Gewerbebetriebs von Cement aber ist im Brückenbau ausserordentlicher Fortschritt, und mit ihm der ausserordentlichste Fortschritt im Gewerbebetrieb der Cementerzeugung bis zu jetzt jedenfalls unmöglich erachteten Leistungen zu erwarten.

welchen die deutsche Bauzeitung berichtet in Nro. 64. Jhrgg. 1867: „Die Scheitelsenkungen der (12—15^{m} weiten) Bögen haben **nur** 67^{cm} betragen.

Dies **nur** ist bezeichnend für den Standpunkt derjenigen deutschen Brückenbauer, deren Wissen und Vermögen die genannte Zeitschrift zur allgemeinen Kunde bringt.

Bögen, welche vielleicht ohne jede Belastung oder mit der gewöhnlichen Belastung Senkungen um $\frac{1}{200}$ und $\frac{1}{250}$ eingingen, wurden ausgeführt, und werden mit der Anerkennung innerster Befriedigung über das an ihnen beobachtete Verhalten beschrieben, da, wo deutsche, von weit besserer Erkenntniss durchdrungene Gewerbetreibende die Ausführung von Bögen auf eigene Gefahr ausführen wollten, welche bei grössester denkbarer Belastung gar keine wahrnehmbare Senkung eingingen, welche, bei der sehr gering beanspruchten Druckfestigkeit der Baustoffe, die zu $\frac{1}{3880}$ ermittelten, grössten Senkungen des Versuchsbogen der Pariser Doppelbrücke, durchaus nie auch nur entfernt erreichen konnten.

Das ist durch Rechnung ebenso sicher nachzuweisen, wie man durch Rechnung nachweisen kann, worin die 10 bis 20-fach grössern Senkungen obgedachter deutscher Bauten begründet sind.

Für solche Zustände giebt es nur ein Hülfsmittel, welches durch diese Zeilen gefunden sein möge.

Zu den Versuchen der französischen Brückenbauer aus den Jahren 1847 zurückkehrend, mögen sie, welche durch die während derselben beobachteten Wahrnehmungen in hohem Grade anregend sind, dazu dienen, die bedeutsamsten Lehren, welche aus ihnen gezogen werden können, hier folgen zu lassen.

Angenommen muss werden, dass der Vassycementmörtel, welcher nach 2 Jahren durchschnittlich 900^{m} Druckfestigkeit erlangt, etwa zur Zeit des Versuchs eine Druckfestigkeit von 600^{m} hatte, welches, da der gedachte Mörtel anfänglich sehr rasch erhärtet, zulässig sein dürfte.

Es ergiebt sich dann:

1) Die wahrnehmbaren Veränderungen des Bogens bis zum Einsturz sind einzig und allein dem höchstens $^{1}/_{4}$ der Gesammtmasse bildenden Mörtel zuzuschreiben.

2) Eine wahrnehmbare, messbare Senkung eines Bogens von $\frac{3{,}0^{m}}{31{,}0}$, dessen Form den statischen Forderungen und dessen Ausführung dem Begriff des Bogengemäuers entspricht, tritt erst dann ein, wenn die Druckfestigkeit des Mörtels mit $\frac{600}{110}$ also mit 0,2% ihrer Grösse beansprucht ist, und beträgt dann etwa $\frac{1}{10000}$ der Weite*). Eine solche ganz ungefährliche Senkung wurde nur ermöglicht durch Verdreifachung der ursprünglichen mit 30^{cm} genügend hoch bemessenen ruhenden Last (siehe Zusammenstellung und Figur k).

3) Die wahrnehmbare, aber erweislich, ganz gefahrlose Senkung, beträgt nur $\frac{1}{3880}$ der Weite, wenn der Mörtel bis fast zur Hälfte $\frac{600}{276}$ seiner Druckfestigkeit in Anspruch genommen wird.

*) Es ist jedenfalls eine unrichtige und allgemein unpassende Bezeichnung die Senkung nach der Weite, oder auch (wie oben die deutsche Bauzeitung gethan) als absolute Zahl anzugeben, da Höhe und Weite des Bogens in Betracht kommen; es mag dies jedoch hier nur erwähnt werden.

und dieser Senkung wurde durch eine vier- bis fünffach grössere als die ursprünglich ruhende Belastung ermöglicht.

4) Der Einsturz des Bogens ist noch nicht zu besorgen, selbst wenn die Druckfestigkeit des Mörtels bereits erheblich überschritten wird. (Vergl. q.)

5) Die Senkungen würden viel bedeutender gewesen, der Einsturz würde viel früher erfolgt sein, wenn die Mörtelmasse eine grössere gewesen wäre.

6) Hieraus folgt die Verurtheilung das sog. Cementbeton, Concretmauerwerks u. s. w. an und für sich, wenn dasselbe nicht, wie z. B. bei der durch Berichterstatter b mittgetheilten Lennebrücke, nur ein anderer, und zu Irrungen verleitender Name für ein sonst ausgezeichnetes Bogenmauerwerk ist, welches letztere, bei den Brücken Fig. 2, 3, bei der Doppelbrücke in Paris und bei andern grossen Brücken Frankreichs ganz ähnlich, wie der Erbauer der Lennebrücke gethan, ausgeführt ist. Die Verurtheilung dieses sogenannten Mörtelmauerwerks muss wegen der grössern Kosten Statt haben, da wenn man z. B. eine Pariser Doppelbrücke, deren Bestehen von der Festigkeit des Vassycementmörtels vorzugsweise und allein (also von Concretmauerwerk so zu sagen) abhängig sein sollte, nachbilden wollte, die bedeutende Schlussstärke von 1,3^{m} welche die selbe erhalten hat, thatsächlich unumgänglich nöthig oder vielmehr kaum ausreichend sein würde, indem für den Vassycementmörtel rein nur etwa 10fache Sicherheit erzielt würde.

Anders verhält sich die Sache, sobald man auf die doppelt grössere Druckfestigkeit des Bausteins fussend, diesen in Verbindung mit einem annähernd gleich festen Mörtel angemessen vermauert, in welchem Fall man z. B. bei einem Kalkstein der doppelte Druckfestigkeit zu beanspruchen gestattet, anstatt 1,3^{m} Schlusstärke mit 0,7^{m} Schlusstärke allen irgend gerechtfertigten Ansprüchen genügt.

7) Wäre an Stelle eines Mörtels von 600^{m} Druckfestigkeit ein solcher von 9,6 kil. = 48^{m} Druckfestigkeit, wie vielfach geschieht (siehe die Skala) verwendet, so lässt sich nicht nur ersehen, sondern auch durch Rechnung nachweisen, dass der 1,3^{m} im Schluss starke Bogen selbst für 0,0^{m} Belastung, bedeutende Senkung eingegangen, ja vielleicht, bei der grossen Weite von 31^{m} eingestürzt sein würde, denn aus A ist bekannt, dass die erforderliche Druckfestigkeit in diesem Falle = 56^{m} also grösser als die Grenz-Druckfestigkeit, welche der fragliche Mörtel je erlangen kann, und in der Regel bei Fortnahme des Leergerüstes noch bei Weitem nicht erlangt hat, sein würde. — Dergleichen Arten der Ausführung sind bei deutschen Brückenbauern an der Tagesordnung und von daher schreiben sich die bedeutenden Senkungen, welche die d. Bauzeitung als nach den Begriffen ihres Berichterstatters geringfügige noch in diesen Tagen bezeichnet, daher kommen jene wohl nicht ferner gut zu heissenden Auffassungen deutscher Bauverständiger, welche oben als die Ansichten bedeutender Männer gekennzeichnet sind.

8) Umgekehrt kann man aus den Punkten 2, 3, 4 folgern, wie bei Anwendung eines deutschen Portlandcementmörtels von 1950^{m} Druckfestigkeit bei 90 Tagen Erhärtungsfrist, wie er gleichfalls aus der oben mitgetheilten Skala bekannt ist, die Senkungen viel geringfügigere und dass bei einer Verminderung der Schlusshöhe auf 70^{cm} (k) für den 31^{m} weiten Bogen noch gar keine Senkung und dass selbst für eine Verminderung der Schlusshöhe auf 30^{cm} (0) entweder noch keine Senkung oder eine solche von weniger als $\frac{1}{10000}$ eingetreten sein würde.

Selbstverständlich würde aber ein Bauwerk mit einem Bogen von kaum halber Stärke erheblich weniger kosten, und diese Wahrheit, von den französ. Brückenbauern erkannt, hat sie im Jahre 1867 bei Gelegenheit der Weltausstellung zur Ausführung eines Versuchs mit einem Bogen von 0,80 Schluss und $\frac{2,125}{37.899}$ Oeffnung bei einem Druckfestigkeitsanspruch von ca. 34 kil.

veranlasst, welcher die aus den bisher besprochenen Versuchen deutlich erkennbare Thatsache bestätigt, die die berechtigte Hoffnung baldigen Fortschritts für uns Deutsche einschliesst, dass die französ. Brückenbauer, zwar seit den Zeiten Perronets in Betreff richtigerer Anordnung der Bögen, und seit den Zeiten des Vassycementfabrikanten Vicat (des Aeltern) in sachgemässer Ausführung derselben uns weit vorangeeilt sind, dass ihnen aber in Betreff des Gesammtbauwerks diejenige richtige Einsicht fehlt, von welchen die Entwürfe des deutschen Brückenbauers e greifbaren, vielfach bestätigten Beweis geben.

Noch dürfte in Betreff der Entwürfe A, B, C nachzutragen sein, dass die Stützen der Bögen, und zwar die Mittelstützen den Gesetzen, welche bei vielen englischen Brücken befolgt werden, z. B. der Team-valley Bahn, den Tay-Brücken, und die Endstützen, theils diesen, theils den Anschauungen, welche in Früherem des Weitern erörtert und z. B. bei der Ueberbrückung der Lübeck-Büchener Bahn maassgebende gewesen, entsprechend angeordnet sind.

Weiteres und Ausführliches über die Pariser Doppelbrücke lese man in Försters Bauzeitg. 1852, unter der Ueberschrift: Der Vassy-Cement.

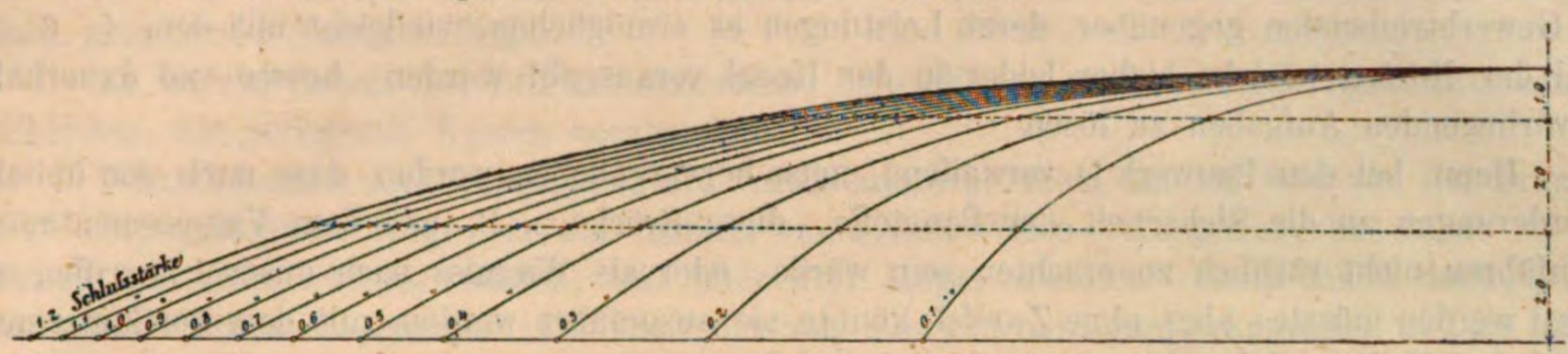
Sei noch der Fall betrachtet, dass eine Oeffnung von nur $2. \times 4 = 8^m$ Sohlenbreite in einer 12^m hoch über einer Thalsohle zu führenden Bahn, nöthig sei und dass der Brückenbauer steil abfallende Felswände zu Stützpunkten des Bauwerks verwenden könne.

Baustein und Portlandcementmörtel, welche gestatten, diese Stoffe mit 150^m Druckfestigkeit zu verwenden sind oft zur Verfügung, da z. B. Berichterstatter e erwähnt, dass der Baustein an der Mosel- & Fischbachbahn 500 Kil. Druckfestigkeit, und der festeste, welchen er gar nicht untersuchen liess, eine jedenfalls noch erheblich grössere Druckfestigkeit hat.

Die Bogenlaibungen für $0{,}30^m$ ruhende, 0,20 bewegliche Belastungshöhe für die Druckfestigkeit von 150^m sind für die Schlussstärke.

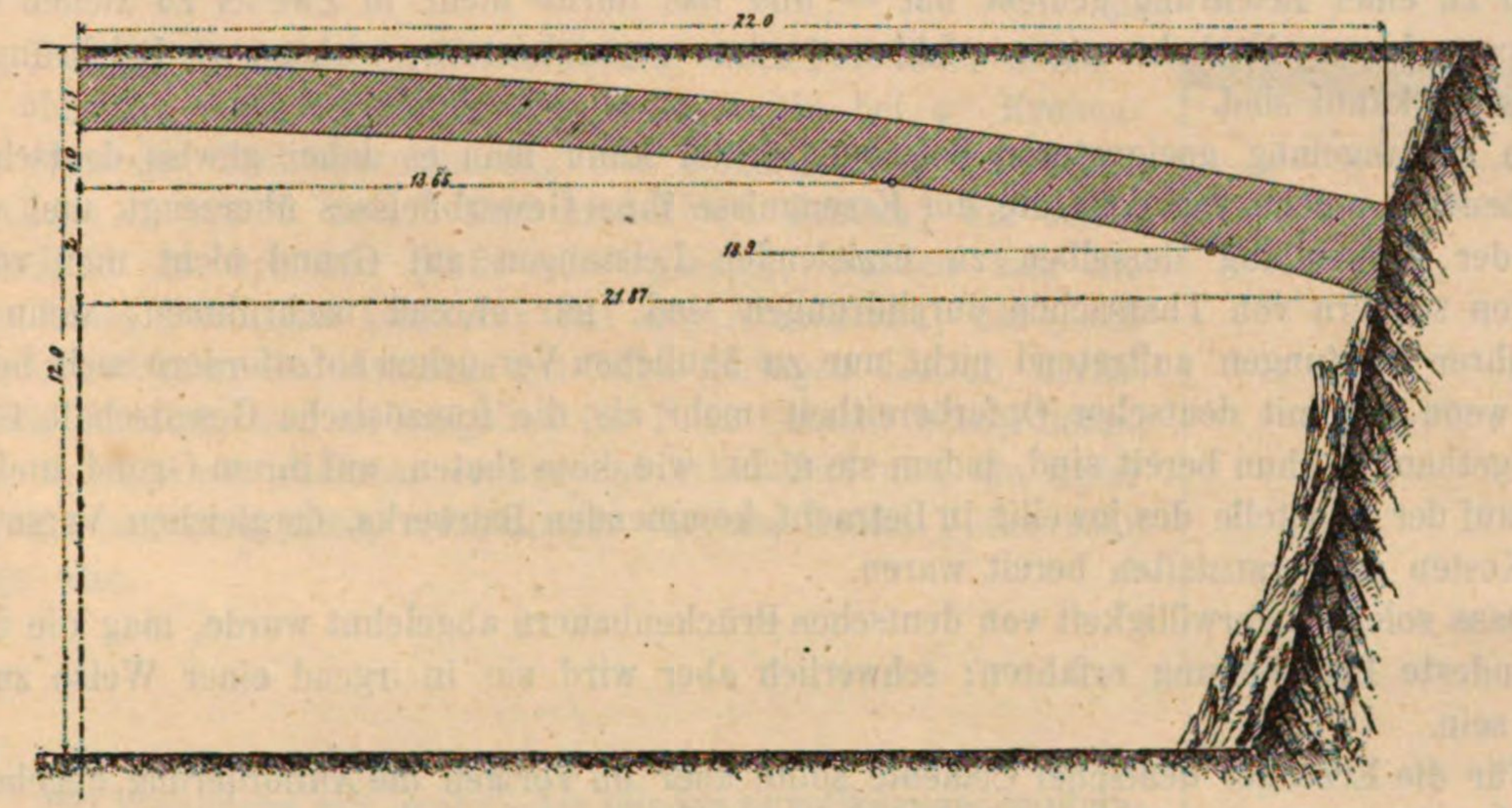
	1	3	5
0,1 =	6,22	9,54	11,1
0,2 =	8,40	12,77	15,12
0,3 =	9,69	14,91	17,71
0,4 =	10,64	16,44	19,84
0,5 =	11,40	17,75	21,23
0,6 =	11,89	18,72	22,50
0,7 =	12,33	19,50	23,48
0,8 =	12,74	20,18	24,48
0,9 =	13,05	20,83	25,29
1,0 =	13,38	21,34	25,87
1,1 =	13,65	21,87	26,61
1,2 =	13,85	22,17	27,12

Die nebenstehenden Figuren veranschaulichen dieselben.



Die vorgesteckte Aufgabe ist durch Fig. D zu lösen versucht, und wenn die Frage von Werth erscheint, ob ein derartiger Bogen schon ausgeführt sei, so lautet die Antwort, dass die Bogenlaibung deren Ord = 18,9 ist fast genau dem 1866 in Paris ausgeführten, im Jahrgg. 1867 des Arch. Wochenblatts mitgetheilten Bogen von $\frac{2{,}125^{m}}{37{,}3}$ Oeffnungsverhältniss entspricht, welcher durch von Lagaisserie (oder dessen Nachfolger) gleichzeitig zu eigener, wie zu der Belehrung der um jene Zeit

D



aus den Ländern der ganzen Erde sich zur Weltausstellung zusammenfindenden Bauverständigen für die Ueberbrückung der Seine mit 2 Oeffnungen errichtet ist.

Unterschieden ist jener und dieser Bogen insofern als dort 80^{cm}, hier 1,1^{cm} Schlussstärke angewendet ist, und haben die französischen Brückenbauer nach ihren eigenen Angaben, das Mauerwerk mit ca. 34 Kil. = 170^{m} Druckfestigkeit beansprucht.

Es ist der Inhalt dieses Bogens = 58$\square^{m}$, daher für eine 4^{m} breite Bahn = 232^{cbm}.

Es ist dies Beispiel hier herangezogen worden, um zu zeigen, wie ungleich geringer die Massen und somit die Baukosten sind, wenn ein besserer Baustein zur Verfügung steht, und ein vorzüglicher Mörtel die Ausnutzung seiner Druckfestigkeit gestattet.

Vergleicht man dieses Bauwerk mit dem in Fig. 19 dargestellten Bau der Fischbachbahnen welches in 12^{m} hoher Dammschüttung bei 31,46$\square^{m}$ Querschnitt, für eine eingleisige Bahn 600^{cbm} Mauerwerk, dazu die nicht nnerheblichen Kosten an Erdarbeiten veranlasst, welches ferner, wie dies von der Brücke von Heidenheim mitgetheilt ist, bei irgend einem Wolkenbruch möglicher Weise fortgerissen, binnen weniger Jahre nach seiner Erbauung die Bau-Kosten durch Betriebs-

störungen vielleicht verdoppelt oder vervierfacht, so wird man zu Dank sich verpflichtet fühlen, den Gewerbtreibenden gegenüber, deren Leistungen es ermöglichen, vielleicht mit dem 4., 6., 10. Theil der Kosten, welche bisher leider in der Regel verausgabt wurden, besser und dauerhafter die vorliegenden Aufgaben zu lösen.

Denn, bei dem Bauwerk D verweilend, muss hervorgehoben werden, dass nach den üblichen Anforderungen an die Sicherheit der Baustoffe, diese Brücke z. B. mit dem Vassycementmörtel auszuführen nicht räthlich zu erachten sein würde, oder als Wagniss nach unsern Begriffen aufgefasst werden müsste; aber ohne Zweifel könnte sie ausgeführt werden, mit dem Portlantcement-mörtel der Skala, welcher bis 1950^{m} Festigkeit erlangt.

Ebenso wird erhellen, dass wenn Verfasser e berichtet, dass er Gestein von 120 Kil. und 500 Kil. und mehr Druckfestigkeit zu seiner Verfügung gehabt, und unterschiedslos verwendet habe, ein solches Verfahren vor dem Richterstuhl der Wissenschaft schonungslose Verdammung findet, denn mit dem Gestein von 120 Kil. = 600^{m} Druckfestigkeit eine Brücke, wie vorstehende zu skizzirten wäre Leichtsinn, während das Gestein von 500 Kil. = 2500^{m} nicht nur die Ausführung in der errichten, Weise sondern noch mindere Massenverwendung, mindere Kosten also zulassen würde.

Wenn das Verfahren der französischen Gewerbetreibenden Gariel & Garnier uns Bauverständigen zu einer Belehrung gedient hat — und das dürfte nicht in Zweifel zu ziehen sein — so darf es wohl zur Nachahmung empfohlen werden, wenn bessere, wirksamere Belehrungsmittel nicht etwa bekannt sind.

In Ermangelung geeigneterer Belehrungsmittel kann man es daher gewiss deutschen Gewerbtreibenden, welche von der Güte der Erzeugnisse ihres Gewerbfleisses überzeugt, und von der Grösse der Anwendung derselben zu erzielenden Leistungen auf Grund nicht nur von Vermuthungen sondern von Thatsachen durchdrungen sind, nur ehrend nachrühmen, wenn sie als Bürgen ihrer Leistungen auftretend nicht nur zu ähnlichen Versuchen aufzufordern sich bemühen, sondern wenn sie mit deutscher Opferbereitheit mehr als die französische Gesellschaft Gariel & Garnier gethan, zu thun bereit sind, indem sie nicht, wie diese thaten, auf ihrem Grund und Boden, sondern auf der Baustelle des jeweilig in Betracht kommenden Bauwerks, dergleichen Versuche auf eigene Kosten zu veranstalten bereit waren.

Dass solche Opferwilligkeit von deutschen Brückenbauern abgelehnt wurde, mag die billigste und gelindeste Beurtheilung erfahren; schwerlich aber wird sie in irgend einer Weise zu rechtfertigen sein.

Für die Erzeuger deutscher Cemente sollte aber im Vorigen die Aufforderung gegeben sein, etwa im Bunde mit Bauverständigen, welche gelegentlich ein besseres als das vorher gekennzeichnete Verständniss für Bogenmauerwerk bewiesen haben, und nicht verfehlten, s. Z. eine Lanze dafür einzulegen, um besserer richtigerer Einsicht in Betreff Anordnung von Bogenbrücken Anerkennung zu verschaffen, auf dem betretenen Wege gemeinschaftlich vorzugehen.

Es war die ursprüngliche Absicht nur von 10^{m} weiten Brücken zu sprechen und es hat der eingehende Vergleich mit den wohl nicht überall als gerechtfertigt erwiesenen Anschauungen, welche bei 6 und 8^{m} weiten hoch überschütteten Brücken bis heut zur Geltung kommen, willenlos weit über die gesteckte Gränze hinausgeführt.

So muss denn noch eine weitere Ueberschreitung dieser Gränze hier Platz haben, damit die Wahrheit zu voller Würdigung gelangen könne.

Das ist in vollem Maasse nicht immer möglich, wenn es sich, wie vorher geschehen, nur

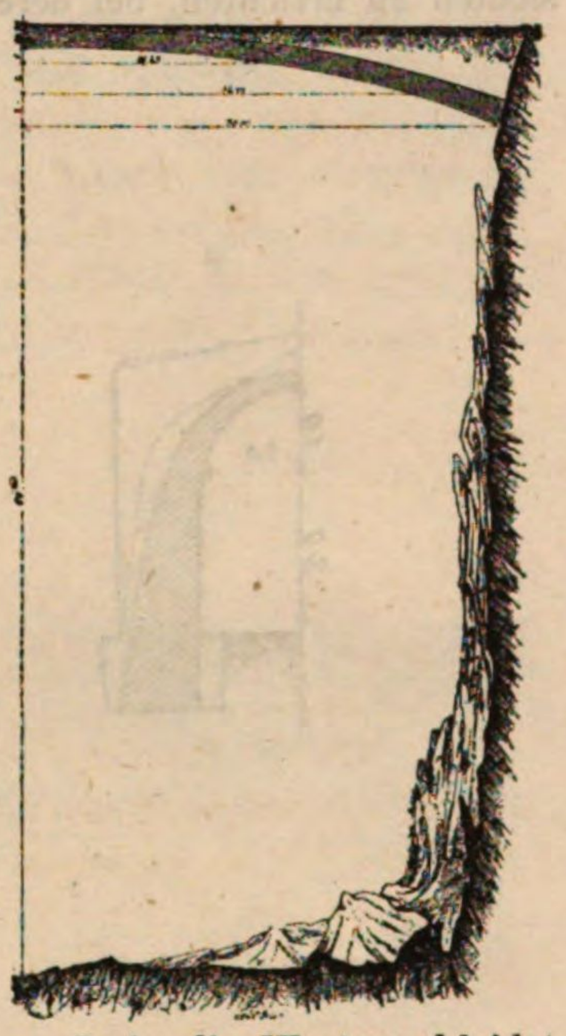
um belehrende Vergleiche mit mehr oder minder vollkommenen Werken handelt, weil der Vergleich mancherlei Zwang auflegt.

Es ist ein Gesetz des Brückenbauwesens, dass Werke mit annähernd quadratischen Verhältnissen, die geringsten Kosten verursachen!

Wenn Deutsche sich vereinigen, wie vorher ausgesprochen, um auf dem von den Franzosen 1847 eingeschlagenen Wege, in der bereits versuchten Weise vorzugehen, so würde es ihnen schlecht anstehen, nur nachzuäffen, was anderweit längst erwiesen. Steht ihnen doch, wie der Versuch der Franzosen ganz unzweifelhaft darthut, eine viel richtigere Erkenntniss und ein härterer Baustein, wie der französische Kalkstein, so wie nachgewiesener Maassen ein Mörtel zur Verfügung, der nirgends übertroffen wird.

Daher darf ohne Bedenken die Ausführung einer Bogen-Brücke das nächste Ziel eines Versuchs sein, bei welchem die Druckfestigkeit der Baustoffe mit 200^{m} beansprucht wird.

Nimmt man hierzu z. B. einen der Bausteine von 500 Kil. Druckfestigkeit, deren Berichterstatter e erwähnt, und Mörtel von P. C. rein — der nach 90 Tagen 390 Kil. Druckfestigkeit hat — so ist bei 100^{cm} Schlussstärke des Bogens und 30^{cm} ruhender Belastung eine Brücke, wie hier nebenstehende skizzirt, vom Oeffnungsverhältniss des Bogens $\frac{5}{60}$ möglich.

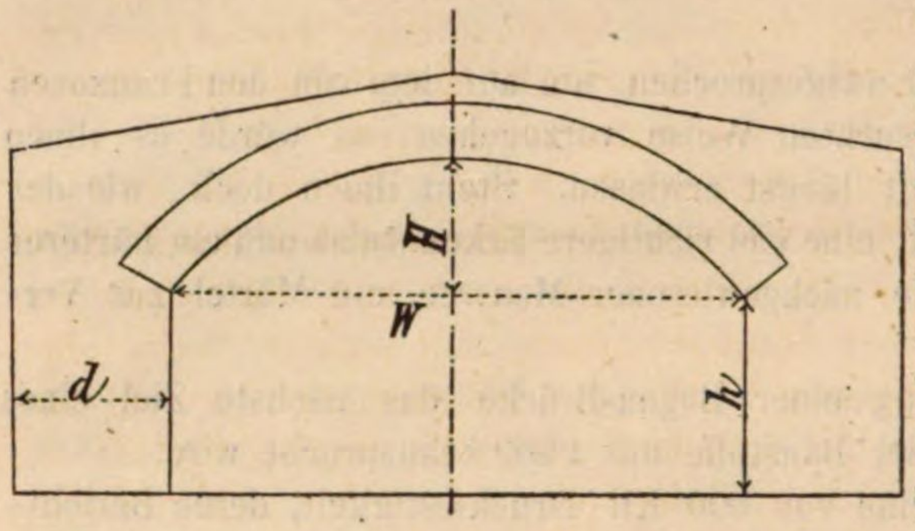


Der Inhalt dieses für Ueberführung eines Felsthales in 60 ^{m} Höhe über der Sohle gedachten Bauwerks würde bei 4^{m} Kronenbreite (von der Steinübermauerung wie bisher immer geschehen abgesehen) r. 300^{cbm} sein. Das brauchbare Gestein, wie selbst verständlich an Ort und Stelle vorausgesetzt, würden sich die Kosten eines derartigen Bauwerks auf den Arbeitslohn, die (nach den hier befolgten Grundsätzen mit sehr geringen Kosten herzustellende) Rüstung und die Ausgaben für P. C. Cement beschränken. — Es möchte ein nächstes erstrebenswerthes Ziel und die Opfer die Frage zu entscheiden, möchten für vereinte Kräfte Vieler sehr geringe sein.

Die Vergleiche mit mehr oder minder unvollkommenen Steinbauwerken verschiedenen Ursprungs haben gezwungen, über das vorgesteckte Ziel, Brücken mit einer Oeffnung von bis 10^{m} Weite zu betrachten, hinauszugehen, und würde im Allgemeinen richtig befunden was sich bei diesen Vergleichen als für Jedermann verständlich ergeben hat, so wäre es wesentlich dasselbe, was bereits a. a. O. in die Worte gekleidet ist: Die Kosten richtig angeordneter Steinbrücken sind schon bei 5 bis 6^{m} Höhe geringer, als gewöhnlich die Kosten von Dammschüttungen oder um mit Köstlin, welcher auf ganz anderem Wege zu demselben sachlichen Ergebniss gelangt ist, zu sprechen: „Die Kosten der Objecte sind bei richtigerer als der bisher allgemein üblichen Anordnung so gering, dass es zweckmässig erscheint, eine Bahn in ihrer ganzen Länge auf Objecten zu errichten.“

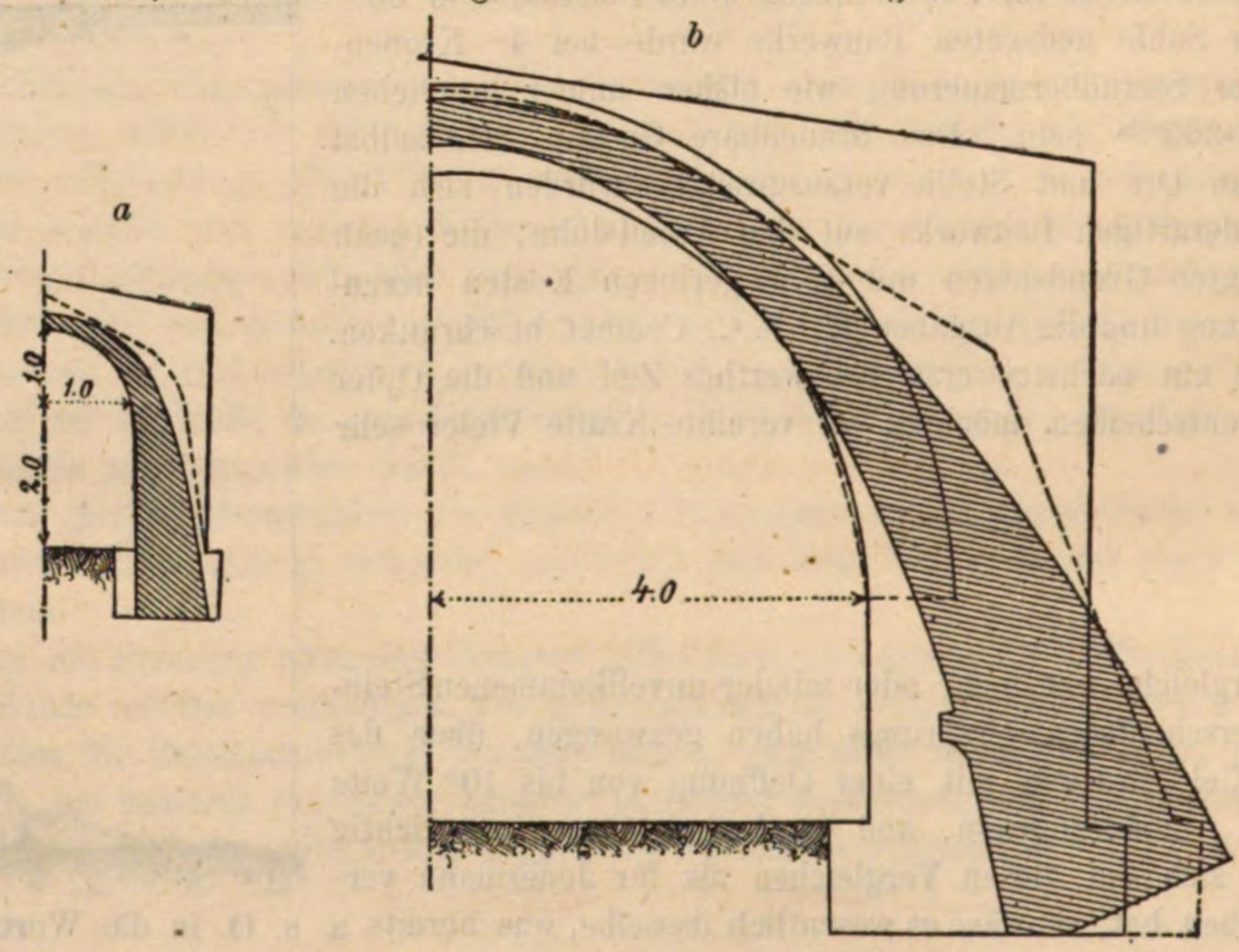
Der Fortschritt, welcher in den Entwürfen des Berichterstatters e zu Tage tritt, verdient jedoch noch eine kurze aber eingehende Würdigung, indem dasjenige, was bisher im Kreise seiner Thätigkeit als maassgebend galt, nach „Plessner, Veranschlagen der Eisenbahnen, Berlin bei Ernst & Korn 1866“ angeführt wird. Dort heisst es Seite 266:

In Betreff der Widerlagstärken hat man sich bei allen Staatsbahnen und vielen andern Bahnen der Formel bedient: $d = \frac{W}{8} \frac{(3\ W\text{-}H)}{(W\text{-}H)} + 1 + {}^1/_6\ h$, und da bei



dieser Formel das Verständniss aufhört, so ist es auch am gerathensten, sie der weiteren Betrachtung jedes Belehrung Suchenden ohne Zusätze zu überlassen, und einfach zu erwähnen, dass die nach ihr, sowie der zugehörigen für die Ermittelung der Bogenstärken gegebenen Anweisung errichteten Bauten z. B. bei einer 2m weiten Brücke $^1/_{10}$ und bei einer 8m weiten etwa $^1/_4$ mehr Masse als die Entwürfe von e beanspruchen, dass letztere aber, das ist die Hauptsache, ausserdem eine ungleich grössere Sicherheit bieten.

Mit- nnd Nachwelt wird also dem Berichterstatter e Dank wissen, dass es ihm und zwar beim Bau von Staatsbahnen gelungen ist, billigere und zuverlässigere Steinbauwerke nach Ansichten zu errichten, bei deren Prüfung Verstandesumkehr ausgeschlossen ist.



Wenn die bei der ebenfalls etwa 2m weiten Brücke Fig. 6, (bei deren Ausführung in einer Staatschaussee es dem Erbauer, nach sonstigen fehlgeschlagenen Versuchen, zur Errichtung verstandesgemäss angeordneter Steinbrücken die behördliche Genehmigung zu erlangen, nur gelang durch vollendete Thatsachen die Berechtigung ihrer Geburt und ihres Bestandes darzuthun) befolgten Grundsätze mit in den Vergleich gezogen wird, und dasselbe in Betreff der 8m weiten in Fig. 19 besonders beleuchteten Brücke geschieht, so ergiebt seine Veranschaulichung als die durch nebenstehende Figuren, in welchen die Normalien nach e punktirt, die Normalien nach Plessner in ausgezogenen Linien angegeben sind, die Massenverhältnisse

ad a: etwa wie 5-9-10
„ b: „ „ 5-6- 8,

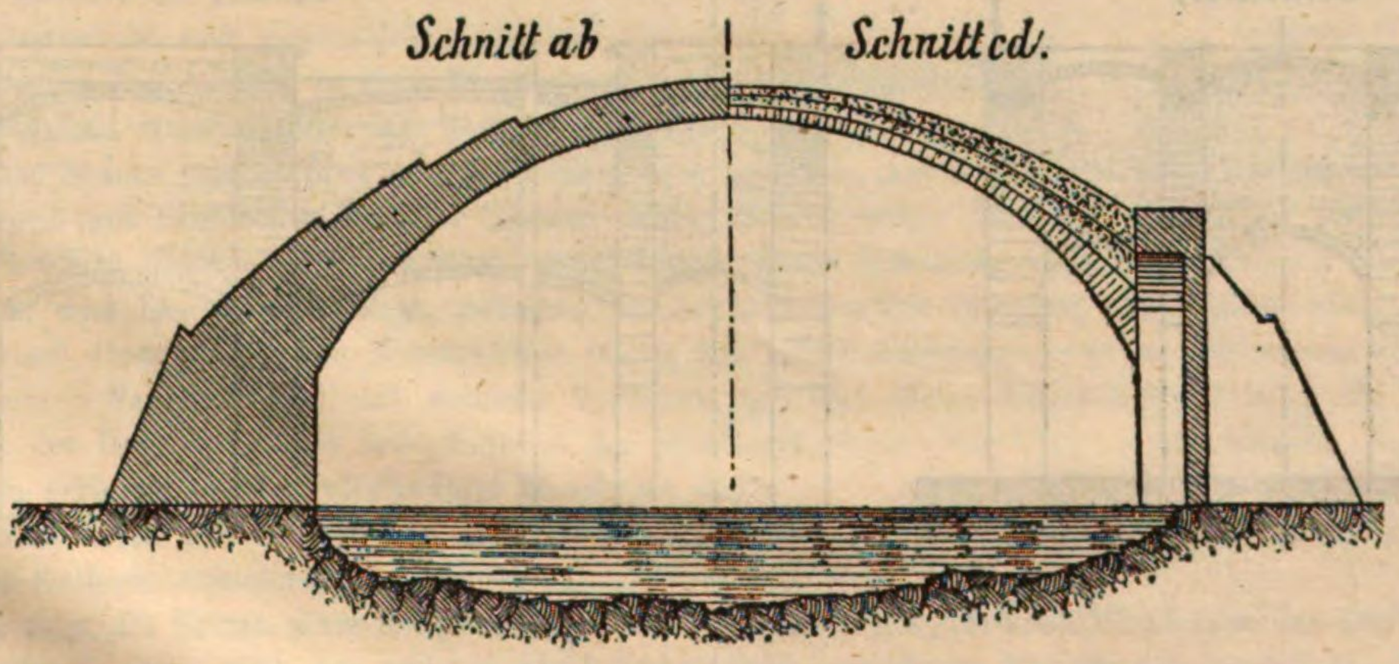
während die Sicherheiten nach der von Plessner mitgetheilten Formel namentlich ad b kaum halb so gross ist als die in den beiden andern sich nahestehenden Entwürfen.

Verfasser e erwähnt noch gelegentlich der Erörterung über die Stellung der Flügel, einer völlig grundlosen Ansicht, nach welcher die Stellung derselben in geradliniger Fortsetzung der Bogenstützmauern (Widerlager) zu empfehen sein soll, um andernfalls zu befürchtenden Rissen des Bogenmauerwerks, veranlasst durch den Schub der Dossirungen vorzubeugen.

Erdreich, was im Ruhewinkel abgelagert ist, veranlasst keinen Schub. Die bei den vielfach beliebten halbkreisförmigen Steinbogenbrücken häufig vorkommenden Risse werden durch diese Flügelstellung nicht aufhören; sie haben ihren sehr erklärlichen Grund nicht im Schub der Erdmassen, sondern in dem Umstande, dass Bogenformänderungen nothwendiger Weise eintreten müssen, wenn Bögen von derselben geichmässigen Stärke des Bogenschlusses sowohl für 0^m Höhe (am Fusse der Dossirung, an der Stirn) als für 7,10 oder 13^m Höhe der Ueberschüttung (unter der Bahnkrone) ausgeführt werden. Diese letztern Bogentheile müssen grössere, erstere geringere oder gar keine Formveränderungen eingehen und aus diesem Grunde entstehen bei Halbkreisbögen namentlich jene Risse, welche weil sie nothwendiger Weise im Schluss des Bogens den Stirnen am nächsten sind, und je weiter nach unten, um so mehr sich von ihnen entfernen, zu der ebenso haltlosen als weitverbreiteten Erklärung vom Schub der Dossirungen Veranlassung gegeben haben. Die richtige Erklärung über deren Ursache ist u. A. in der d. Bauz. Jhrgg. 1871 Seite 35 u. s. w. mitgetheilt, und ist das einfache Mittel zur Vermeidung derselben in der Anwendung geringerer Schlusstärken für die geringere Belastung unter den Stirnen, und in stufenförmiger Vermehrung der Schlussstärken nach der Bahnmitte gefunden. Auch fehlt es nicht an zahlreichen Brücken, deren Erbauer sich dieser Ansicht angeschlossen haben; beispielsweise seien die Steinbrücken von Anschluss- und Zweiglinien der Berlin-Potsdamer Bahn namhaft gemacht, welche durch Baurath Quissowski erbaut und grossentheils auch von ihm veröffentlicht sind.

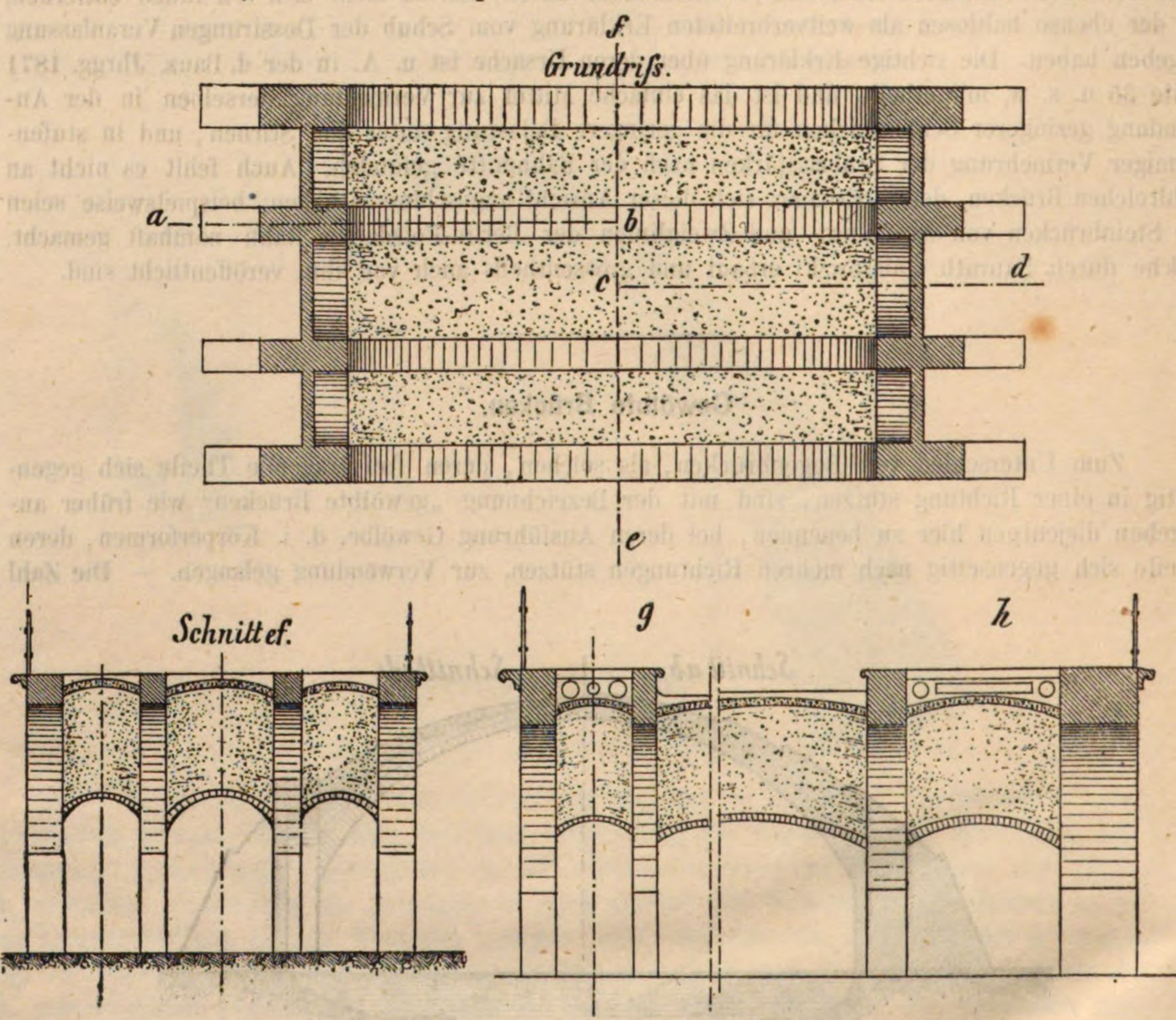
Gewölbte Brücken.

Zum Unterschied von Bogenbrücken, als solchen, deren frei tragende Theile sich gegenseitig in einer Richtung stützen, sind mit der Bezeichnung „gewölbte Brücken“ wie früher angegeben diejenigen hier zu benennen, bei deren Ausführung Gewölbe, d. i. Körperformen, deren Theile sich gegenseitig nach mehren Richtungen stützen, zur Verwendung gelangen. — Die Zahl



derartiger Brücken ist bis zu diesem Augenblick jedenfalls eine geringe und sie wird auch immer eine geringe bleiben, weil sie an und für sich kostspieliger sind, als die einfacher zu bildenden Bogenbrücken. Erwähnung geschieht derselben, weil bei ihnen, wie oben mitgetheilt, die Verwendung von Gewölbemauerwerk aus Gesteinstrümmern und Mörtelmasse (Mörtelmauerwerk im Gegensatz zum Steinmauerwerk) eine zweckmässige Verwendung finden kann, und zwar einmal deswegen, weil, wie schon die Römer uns gezeigt haben, dessen Anwendung die Ausführung sehr erleichtert, und weil ausserdem, die verhältnissmässig geringere Druckfestigkeit, welches dies Mörtelmauerwerk einem Steinmauerwerk gegenüber hat, zu dessen Herstellung ein gehörig druckfestes Gestein und eine gleich grosse Menge Cement (wie solche für Mörtelmauerwerk erforderlich) benutzt wird, für diese Fälle vollkommen ausreichend ist. Sie ist um deswillen ausreichend, weil die Gewölbe ihre eigene und die ihnen durch ihre Benutzung zugeführte fremde Last nur auf geringe Weite zu tragen haben, und solche auf Gurtbögen überführen, welche, selbstverständlich um so mehr Masse haben müssen, je breiter die von ihnen zu tragenden Gewölbe sind.

In der Anwendung gewölbter Brücken, wie sie in dem hier folgenden Grundriss, Schnitt ab-cd und Schnitt ef, so wie im Titelkupfer für eine Weite von etwa 10^{m} veranschaulicht ist, liegt



das Mittel, mit einer möglichst geringen Erhebung der Fahrbahn über die Dammhöhe der benachbarten Strassen, also überhaupt mit sehr beschränkter Constructionshöhe auszukommen, den Fussweg (laut Schnitt g oder h beliebig höher zu heben, und wie das Bedürfniss in grossen Städten es so oft erheischt, den unter dem Fussweg zu bildenden Hohlraum für Röhrenzüge u. dgl. zu verwenden. Das in den Figuren dargestellte Bauwerk ist, (genau in den mitgetheilten Abmessungen, jedoch mit der Abweichung, dass die Gurte aus Ziegelmauerwerk bestehen, für die namhafte ruhende Belastung von etwa 3300 Kil. à □M. bei einem Druckfestigkeitsansprnch von 45 bis 50^{m} an die Gurte ausgeführt), als Brücke nicht verwirklicht, sondern lediglich als Beispiel einer möglichen Verwerthung der Steinbrücke in Fällen, in welchen es sich um die möglichste Höhenverringerung der Construction handelt, mitgetheilt. — Der zu den Ziegelgurten wie zu den Mörtelmauerwerksgewölben verwendete Cement war Vorwohler P. C.

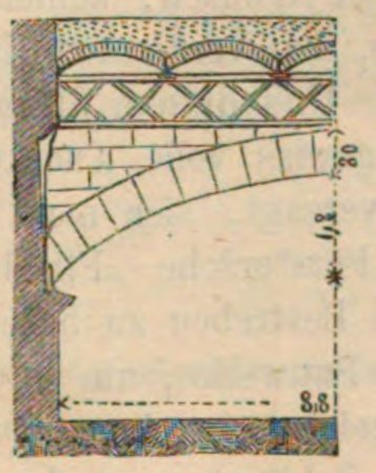
Wie nochmals zu wiederholen, würde ein derartiger Bau immer theurer, als eine einfache Bogenbrücke sein, aber es kann dies unter Umständen nicht in Betracht kommen, wenn höhere Ziele dadurch erreicht werden, wie dies z. B. bei den durch Schnitt g & h veranschaulichten Fällen geschieht.

Es ist dem grossen und höchst bedeutsamen Einfluss zuzuschreiben, welchen das Eisen durch Lösung bislang für unmöglich gehaltener Aufgaben im Brückenbauwesen übernahm, und welche, wie wohl zur Genüge gezeigt sein dürfte, unter so gewichtvollen Meinungen, wie die aus Plessner entlehnten, durch Steinbogen auch in weit geringerem Umfange zu lösen, in weiten Kreisen als ein vergebliches Bemühen erachtet worden sein würde, wenn mancherlei Missgriffe auch in der Verwendung des Eisens geschehen sind, und schreibt in dieser Beziehung die d. B.:

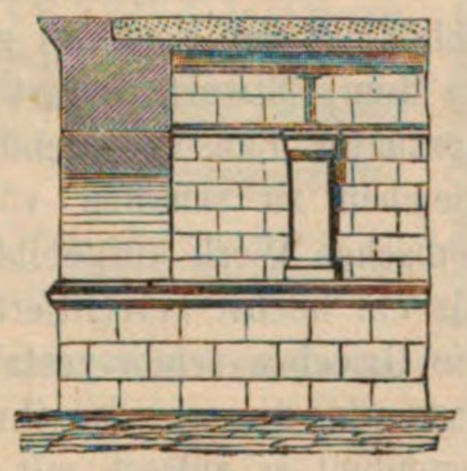
Notizen über ein paar Dresdener Bauwerke.

Die bei dem Besuch Dresdens durch den hiesigen Architekten-Verein, am 7. u. 8. August cr. besichtigten und einer öffentlichen Besprechung theilhaft gewordenen Bauten sind m. E. noch einer Vermehrung durch einige zwar weniger in die Augen fallende, aber zum Nachdenken und zum Vergleich herausfordernde Werke neuerer und neuester Zeit bedürftig, da die Ausführung derselben Gegensätze zeigt, die um so auffälliger und ich fürchte nachtheiliger für die Leistungen der Jetztzeit an uns herantreten, wenn die Beschauer unmittelbar von dem Wunderwerk der Frauenkirche zu der in nächster Nähe befindlichen Unterführung der Brühl'schen Terrasse, welche in den Fig. 1 bis 2 skizzirt ist, gelangt.

Figur 1.



Figur 2.



Das Wesentliche und gleichzeitig Auffällige dieses Baues aus neuester Zeit besteht in einer Vermischung von Eisen- und Steinbau, welche in der Art bewirkt ist, dass die Stirnen der Brücke aus starken gewölbten Gurtbögen bestehen, auf deren stadtseitig belegenen Schenkeln eine breite Freitreppe zur Brühlschen Terrasse hinauf führt. Das Gewölbe hat schätzungsweise 8,8^{m} Weite bei 1,8^{m} Pfeilhöhe und 0,80^{m} Stärke. Mit demselben parallel sind einige Gitterträger gestreckt und auf diese wie auf die gewölbte Gurte sind Eisenbalken gelegt, zwischen welche Ziegelgewölbe (Kappen) eingespannt sind.

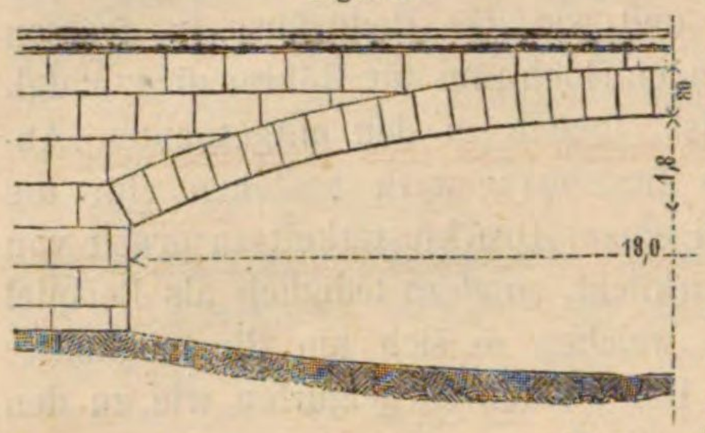
Als Grund dieser auffälligen Konstruktion wurde von einem Dresdener, wie es schien mit den Verhältnissen genauer bekannten Fachgenossen, mit welchem Verfasser sich über dieses Bauwerk unterhielt, die Meinung bezw. Ueberzeugung des Urhebers dieser Schöpfung — des Stadtbaudirektors Friedrich — mitgetheilt, dass dieselbe sich in den Kosten geringer als ein vollständiger Massivbau stelle.

In den Zweifeln an der auch nur annähernden Richtigkeit dieser Meinung traf meine Meinung mit derjenigen des Dresdener Kollegen zusammen.

Fig. 3 zeigt die Skizze eines der prächtigen, nothwendiger Weise von allen Mitgliedern des Ausflugs mindestens zweimal benutzten, aber wohl den meisten nicht bemerklich gewordenen Weisseritzbrücken-Bogen, dessen

Weite etwa 18,0m bei 1,8m Höhe und vielleicht 0,80m Gewölbestärke sein wird. Vermuthlich stammet die Weisseritz-Brücke aus dem gegenwärtigen Jahrhundert, vielleicht aus den 40er Jahren desselben, bevor noch das Eisen, wie ein englischer Techniker klagend sich ausdrückt, seine nachtheiligen Folgen auf die Ausführung verständiger Konstruktionen hatte wirksam werden lassen und — wie ich ergänzen will — dadurch einen Theil desjenigen Nutzens, welchen es durch sachgemässe Verwendung für bestimmte Aufgaben des Wege- und Brückenbauwesens gestiftet und ferner zu stiften berufen ist, wieder zu Schanden gemacht ist.

Figur 3.

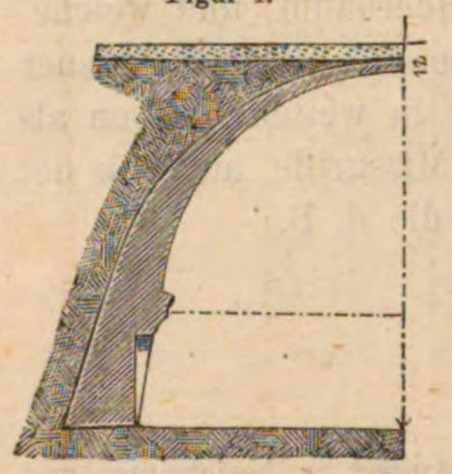


Zurückkehrend zu den Figuren sei noch Folgendes erwähnt: Zu einem Vergleich der vorgeführten Bauwerke fordert dringend der Umstand auf, dass der Gewölbestein vermuthlich bei beiden der gleiche ist, u. z. Sächsischer Elbsandstein, vielleicht aus ein und demselben Bruche.

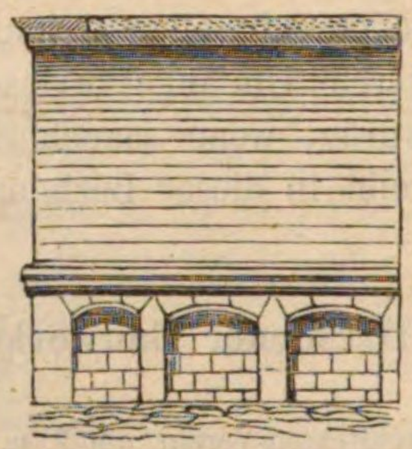
Nehmen wir für die dem lebhaftesten Strassenverkehr dienende Weisseritzbrücke nach Seite 31 der Beigabe zum D. Baukal. die grösste Belastung zu 400k pro □zm an, so wird die Druckfestigkeit des Gewölbes in der Weisseritzbrücke, wenn die skizzirten Abmessungen annähernd richtig sind, 14—15k pro □zm betragen.

Würde bei gleicher, und für diesen Fall bestimmt ausreichender Belastung die Unterführung der Brühl'schen Terrasse nach denselben Grundsätzen in Betreff der Druckfestigkeit wie die Weisseritz Brücke entworfen sein, so würde die Scheitelstärke des durchweg massiv zu wölbenden Bauwerks etwa 12zm betragen müssen. Ein solches Gewölbe, etwa nach den Fig. 4 u. 5 ausgeführt, hätte aber zunächst den Wegfall sämmtlichen Eisens, des Ziegelsteins und einer grossen Menge des sonst verwendeten Sandsteins, und somit eine so erhebliche Kostenminderung — bei grösserer Dauer — ermöglicht, dass die vom Schreiber dieses auch bei sonstigen Brücken mit Weiten bis zu etwa 10m gemachten Erfahrungen hier eine neue Bestätigung gefunden haben würden. Eine verständige Steingewölbekonstruktion ist gegenüber einer gemischten Konstruktion aus Stein und Eisen oft mindestens um die Kosten des Eisens (oder noch mehr) billiger. E. H. H.

Figur 4.



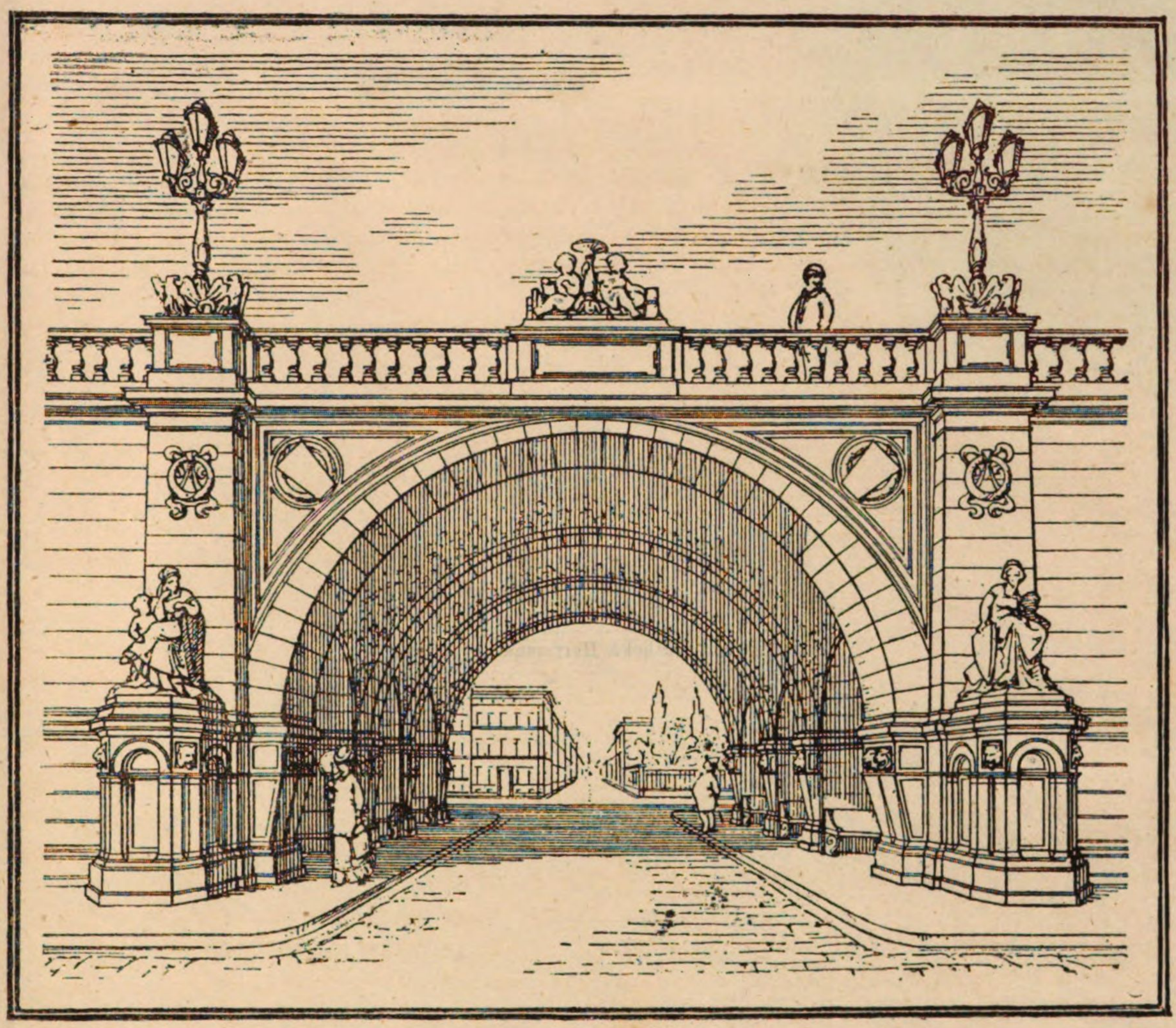
Figur 5.



Es ist möglich, dass der Wunsch, seinem Werke eine architektonische Ausbildung, eine Schönheit der Form zu geben, den verdienten Erbauer der Brücke unter der Brühlschen Terrasse zu dem Entwurf geführt hat. Und diesem Streben nach Schönheit der Form, zumal an so bevorzugter Baustelle gebührt gewiss volle Anerkennung. Wer sollte und wäre ihm auch dergleichen zu schaffen völlig versagt, sich nicht freuen, wenn er die als ein würdiges architektonisches Werk ausgebildete Förstersche „Elisabethbrücke“ in Wien sähe! — Gewiss dürfte es als ein höchst gerechtfertigtes Bestreben zu bezeichnen sein, wenn vor zwei Jahrtausenden schon die Griechen schön gestaltete Bauwerke, um ihrer selbst, um der schönen Form willen, schufen, dass wir, die wir von ihnen gelernt, in einem spätern Zeitalter das Nützliche, wo immer die Gelegenheit es zulässt, mit dem Schönen zu verbinden suchen.

Dass aber diese Aufgabe unter Umständen mit Stein allein in zufriedenstellender Weise gelöst werden kann, und dass es, (wenn mit dem Bogenbau der Gewölbebau auch für das Brückenbauwesen verwendet wird) die sehr viel geringeren Kosten, welche eine nach statisch richtigen Anschauungen entworfene und in angemessen zweckmässiger Weise ausgeführte gewölbte Brücke beansprucht, ermöglichen die zur Verfügung stehenden grössern Mittel, z. B. in dem vorbezeichneten Falle der Erbauung einer Brücke unter der Brühl'schen Terrasse, zu benutzen, um den Raum, der sich unter der Brücke zwischen den Stützen der Gurte ergiebt, als Nischen zu angenehmen Sitzplätzen auszubilden, von welchen eine geschützte Aussicht auf das wechselvolle Leben am Ufer und den verkehrreichen Elbstrom sich bietet, so wie sie zur Verschönerung des Baus durch

Werke der Bildhauerkunst anzuwenden, wie dies die Figuren veranschaulichen, und dass auf diese W eise jedenfalls mit der grössern Dauer bei gleichen Kosten ein sehr viel schöneres Werk, als die aus Eisen und Stein gebildete Brücken entstehen kann, darüber dürfte, wie nur zu hoffen ist, nur Meinungseinigkeit walten.



Druck von Hüthel & Herrmann in Leipzig.

Figuren-Tafel.

Fig. 1.

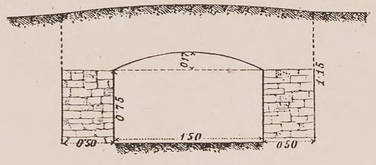


Fig. 2.

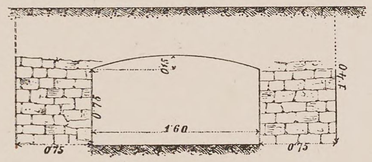


Fig. 4.

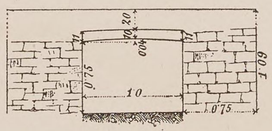


Fig. 3.

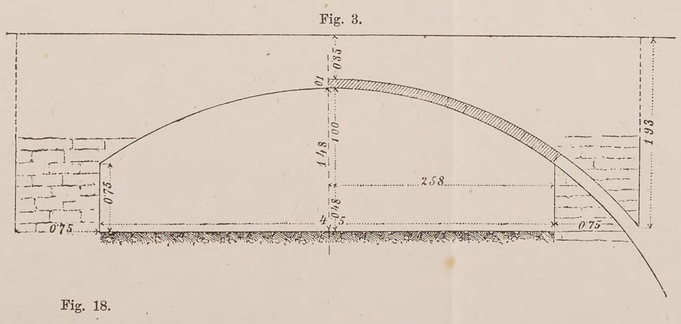


Fig. 3a.

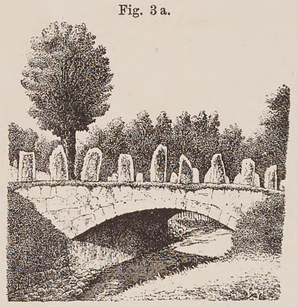


Fig. 6.

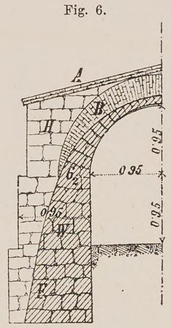


Fig. 6a.

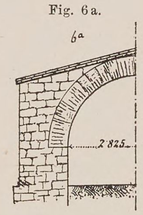


Fig. 6b.

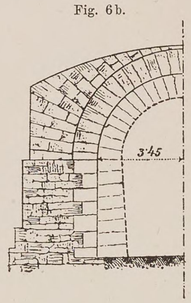


Fig. 5.

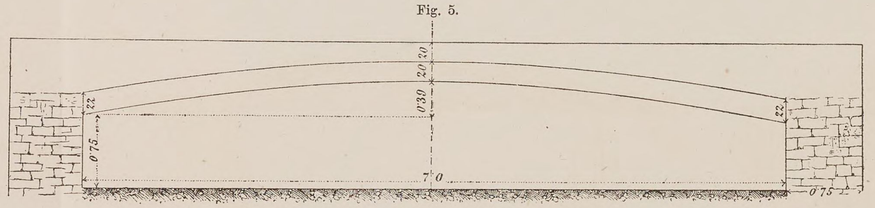


Fig. 7.

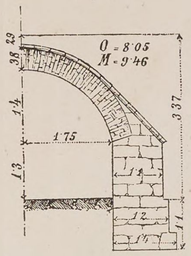


Fig. 8.

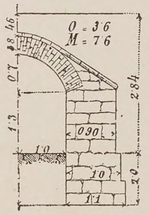


Fig. 9.

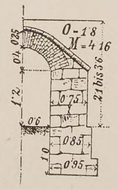


Fig. 10.

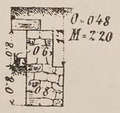


Fig. 11a.

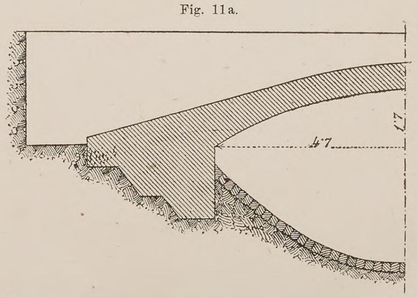


Fig. 11a.

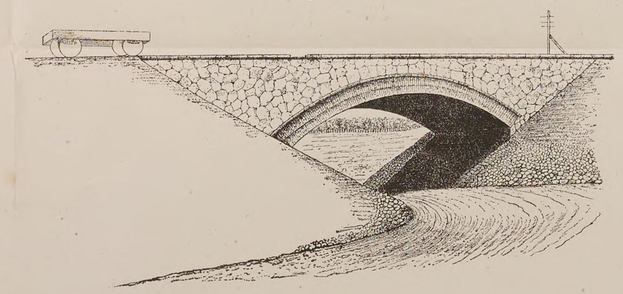


Fig. 11b.

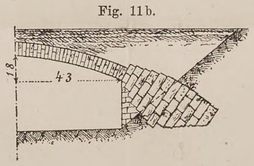


Fig. 14.

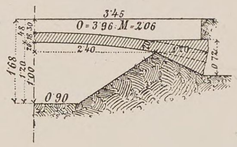


Fig. 15.

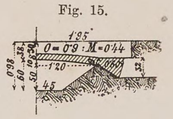


Fig. 13.

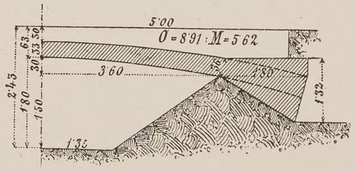


Fig. 12.

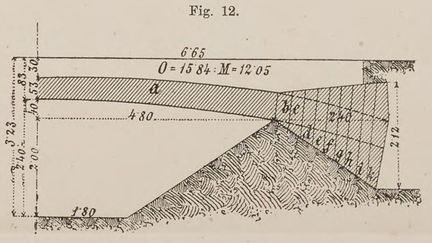


Fig. 17.

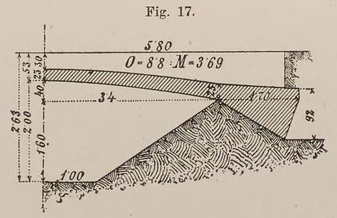


Fig. 16.

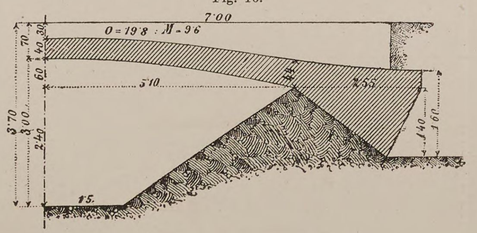


Fig. 18.

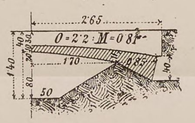


Fig. 20.

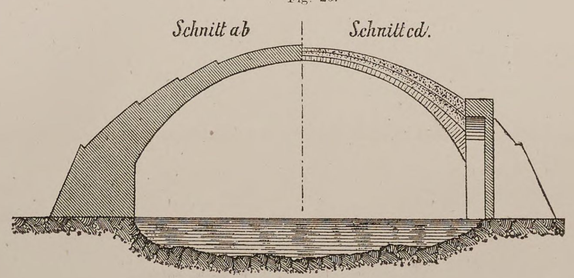


Fig. 20.

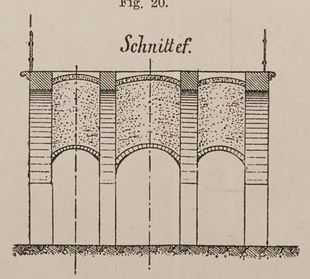
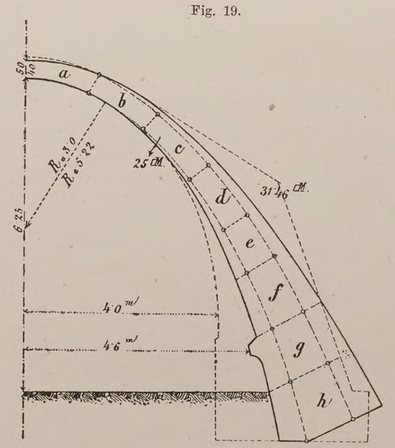
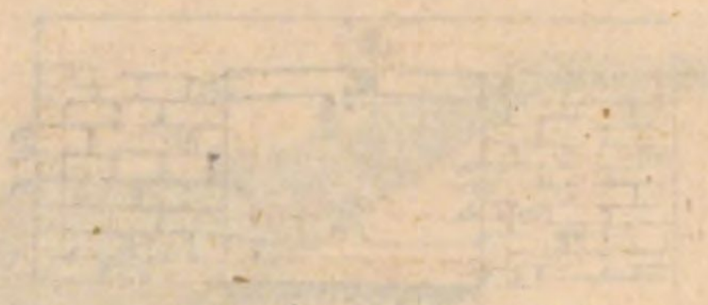


Fig. 19.





Druck von Hüthel & Herrmann in Leipzig.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Eisen, Holz und Stein im Brückenbau unter vielfacher Bezugnahme auf Verö ffentlichungen in Fachschriften vornämlich auf Bauwerke in Deutschland, auch auf österreichische und französische Bauten

Leipzig 1878

4 A.hydr. 36 q
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11363781-6